

Interreg Austria – Czechia

Co-funded by the European Union

AquaCycle

Reduzierung der Emissionen in der Aquakultur durch die nachhaltige Nutzung von Abwasser und Nährstoffen

ATCZ00002 AquaCycle

BEST Bioenergy and Sustainable Technologies

Gefördert durch das Land Niederösterreich

WISSENSCHAFT • FORSCHUNG NIEDERÖSTERREICH

FFG Promoting Innovation.

Federal Ministry Innovation, Mobility and Infrastructure Republic of Austria

Federal Ministry Economy, Energy and Tourism Republic of Austria

vienna business agency

For the City of Vienna

Das Land Steiermark

Economy, Labour, Finance, Science and Research

SFG STYRIAN FUTURE GROUP



Projektvorstellung

Edelhof, 19.11.2026

Mario Preidelt

Interreg
Austria – Czechia

Co-funded by the European Union

AquaCycle

WISSENSCHAFT · FORSCHUNG NIEDERÖSTERREICH

Gefördert durch das Land Niederösterreich

Projektteam



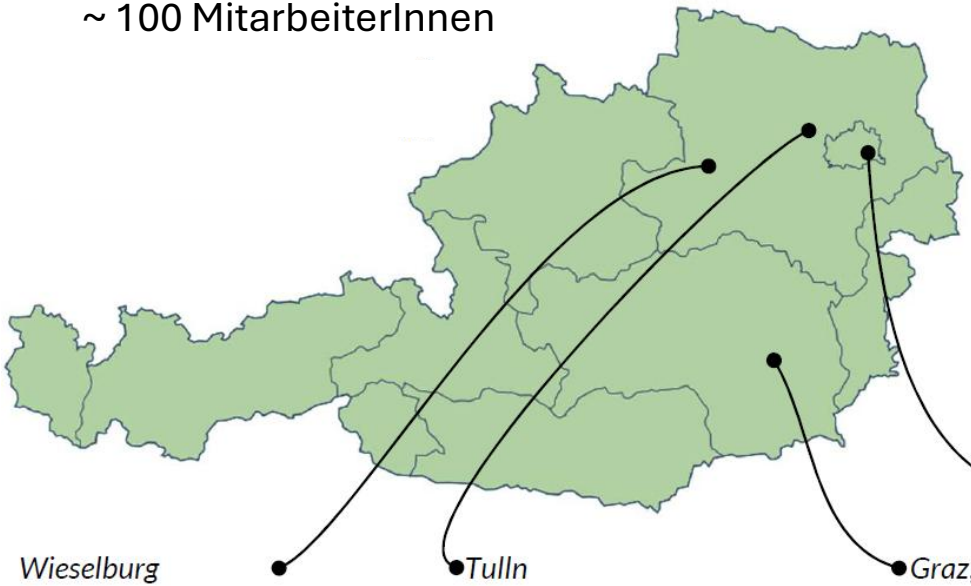
BEST
Bioenergy and Sustainable Technologies

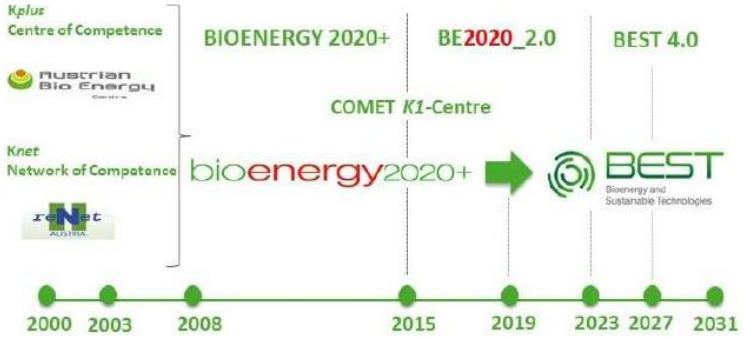
Fakulta rybářství a ochrany vod
Faculty of Fisheries and Protection of Waters

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
University of South Bohemia in České Budějovice

Bundesamt für Wasserwirtschaft

~ 100 MitarbeiterInnen














Trennung der Fest- und Flüssigphase von Abwässern aus KLA
Verwertung der wässrigen Phase
Wasserrecycling
Biomethanpotential
Aquaponik
Verwertung der Feststoffe

Projektziele

Entwicklung wirksamer Verfahren für das Recycling von Abwasser und Schlamm aus intensiven Aquakultursystemen zur Herstellung ökologisch nachhaltiger Dünge- und Futtermittel sowie zur Energiegewinnung.

Nachhaltige Produktion von Fisch und Verwertung der Nebenprodukte durch geschlossenen Kreislauf von Wasser und Nährstoffen; zugänglich für kleine und mittlere Unternehmen (KMUs).

Projektnutzen

- Wasseraufbereitungstechnologie durch effiziente Trennung von Schlamm und Abwasser
- Geringeres Volumen an Abfallstoffen
- Intelligente Nutzung eigener Ressourcen
- Stärkung der regionalen Wirtschaft
- Zusammenarbeit mit kleinen und mittleren Unternehmen (KMUs)

Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH (BEST)
Konrad Lorenz Str. 20
A-3430 Tulln
mario.preidelt@best-research.eu

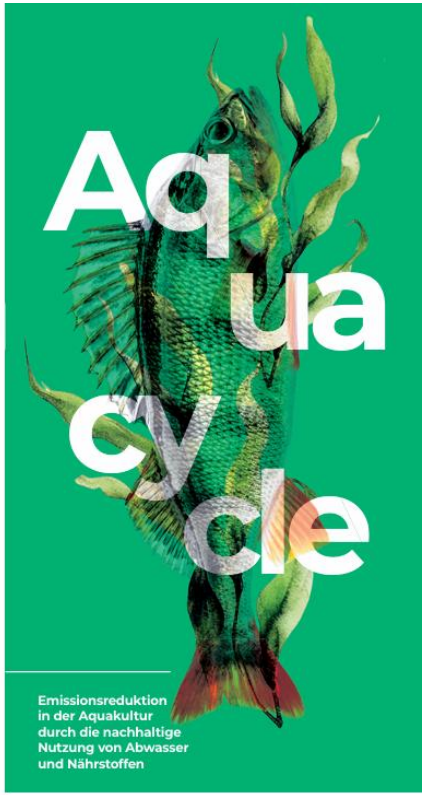
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Fakulta rybářství a ochrany vod
(FROV JU)
Zátiší 728 II
389 25 Vodňany
omalinovskyi@frov.jcu.cz
rgebauer@frov.jcu.cz

Bundesamt für Wasserwirtschaft (BAW)
Scharfling 18
5310 Mondsee
christian.bauer@baw.at

Projekthandbuch

BEST

Bundesamt für Wasserwirtschaft





Fisch

- Gesunde Nahrungsquelle
- Effiziente Umwandlung von Futter in Biomasse



Aquakultur

- Schutz vor Überfischung
- Emissionen und Reststoffe
- Mitteleuropa: hauptsächlich KMUs



Klimakrise

- Sich verändernde Niederschlagsmengen und Häufigkeit von Trockenperioden
- Heute schon Import von Fisch nötig



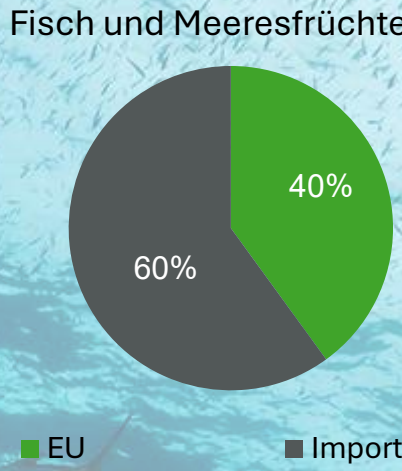
Strategische Dokumente

- Grüner Deal, Aquakulturleitlinie, UN SDGs, RIS3, etc.
- Selbstversorgung, Schutz der Meere, nachhaltige Aquakultur, Wasserknappheit

Situation in Europa

2,9 Millionen Tonnen Fisch und Meersfrüchte pro Jahr in EU

Bedarf an Fisch steigt



Während die Erträge aufgrund von Überfischung sinken

Source: https://www.duh.de/uploads/tx_duhdownloads/Fish_Dependence_Day_Briefing_Deutsch.pdf

Situation in Europa

„Weltweit sind viele Fischbestände durch Überfischung bedroht oder bereits zusammengebrochen.“

https://fischundfang.de/forschung-hat-fischbestaende-zu-optimistisch-eingeschaetzt/

- Falsche Einschätzung der Höchstfangmengen
- Ein Drittel der Bestände die von der Welternährungsorganisation FAO als „maximal nachhaltig befischt“ eingestuft wurden, überschreiten bereits die Nachhaltigkeitsgrenzen

→ Kategorie „Überfischt“ wahrscheinlich um 85% höher als bisher gedacht

Situation in Europa

Austria	Czech Republic	European Union
7-8 kg*	10 kg*	24 kg*

*Unit: [kg fish/ capita and year]

Momentaner Stand der Fischzucht in AT and CZ

\+ Hohe Nachfrage an Fisch aus lokaler Fischerei
– Geringer Selbstversorugungsgrad (~ 7% in AT)

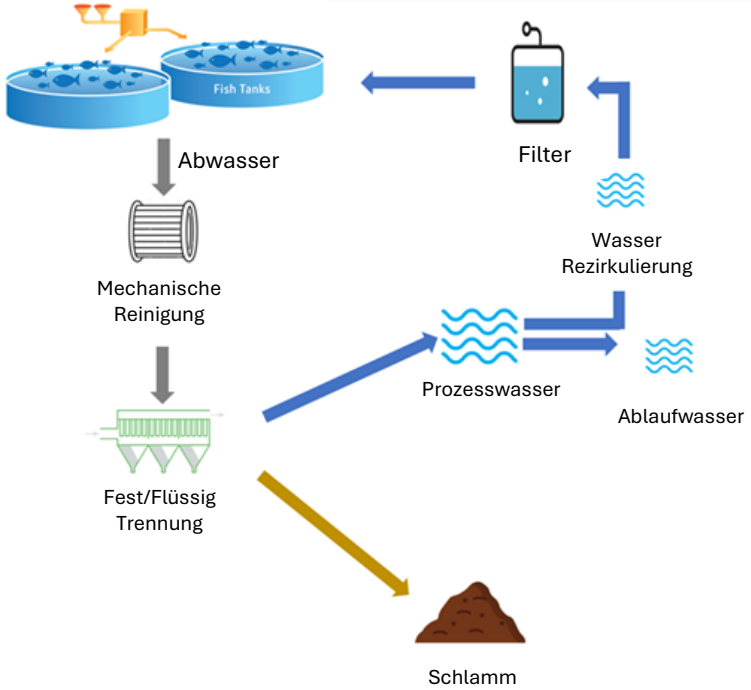
- Hauptsächlich kleine, private Unternehmen
- Größtenteils aus Teich- und Kanalsystemen
- Verlust von Nährstoffen
  - Hohe Emissionen bedeutet hohe Entsorgungskosten
  - Umweltrisiko: Eutrophierung von natürlichen Wasserquellen

Alternative: Rezirkulierendes Aquakultursystem (RAS)

Geschlossen, raumsparend

1) Wasser von Fischtanks wird gesammelt
2) Filter- und Aufreinigungsprozess
3) Rezirkulierung des Wassers

→ Flexibel: Standort, Fischarten
→ Weniger Belastung für aquatische Systeme



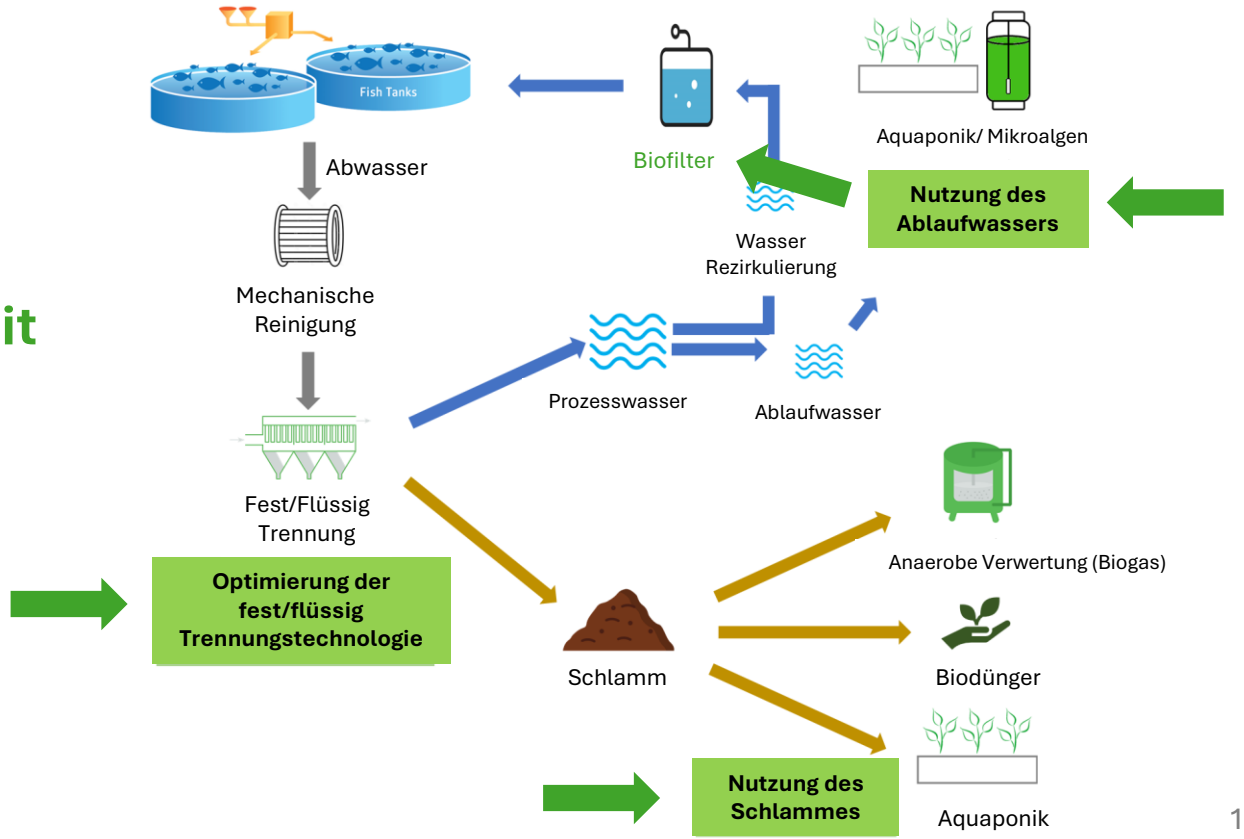
Rezierkulierende Aquasysteme (RAS)







Wo setzten wir mit AquaCycle an?



Optimisierung der RAS

[1] Fest/Flüssig Trennung

→ Minimieren des Nährstoffverlusts

→ Steigerung der Effizienz der Wassernutzung



Optimisierung der RAS

[1] Fest/Flüssig Trennung

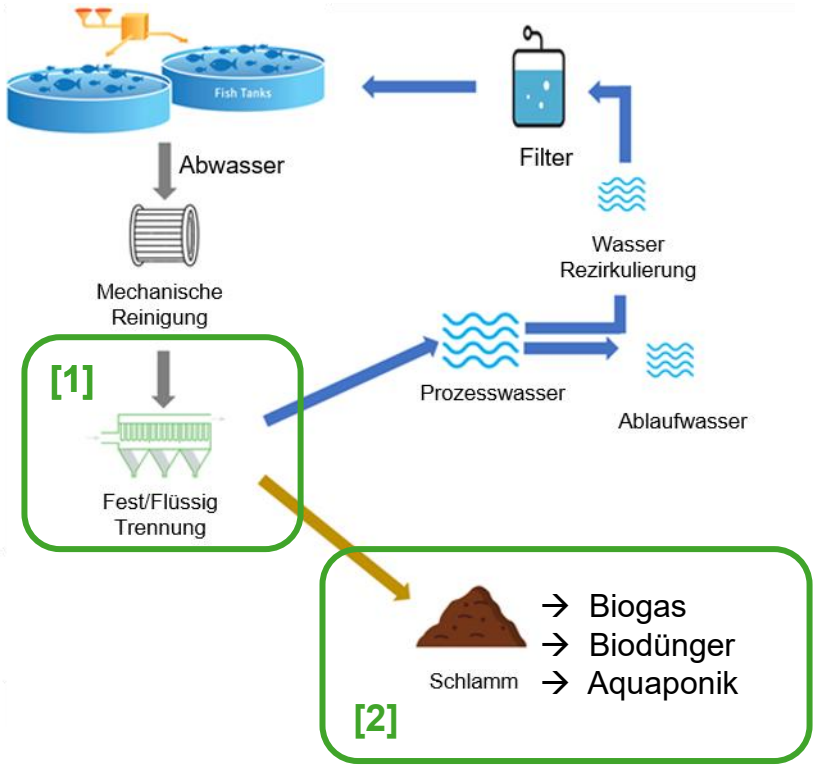
→ Minimieren des Nährstoffverlusts

→ Steigerung der Effizienz der Wassernutzung

[2] Verwertung der festen Phase

→ Wertschöpfung aus Reststoffen

→ Emissionen reduzieren

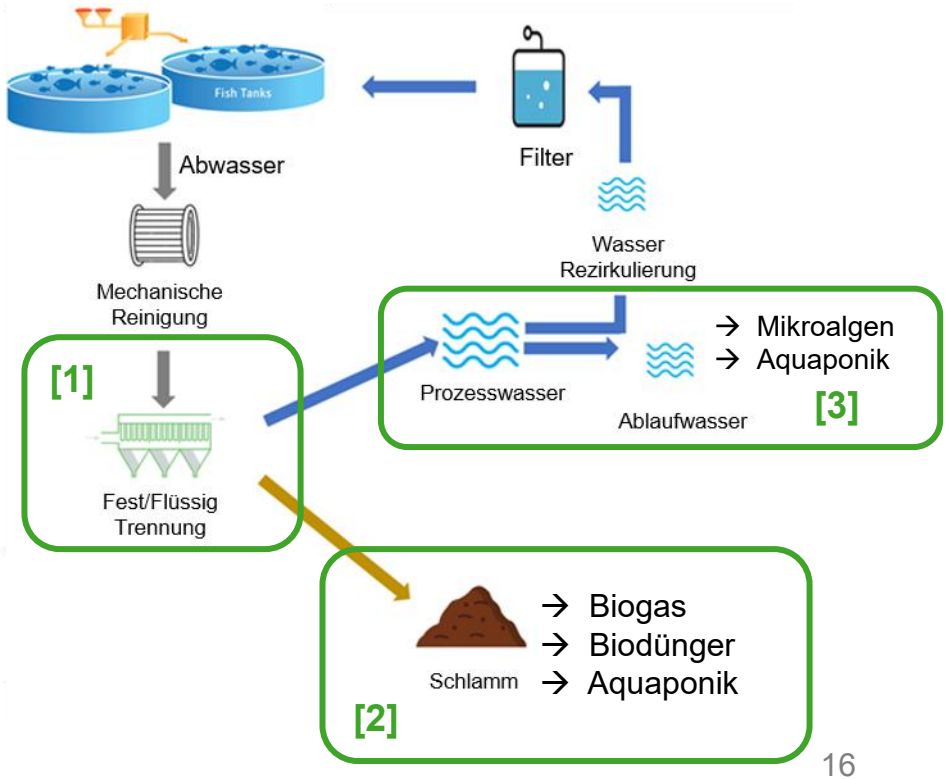


Optimisierung der RAS

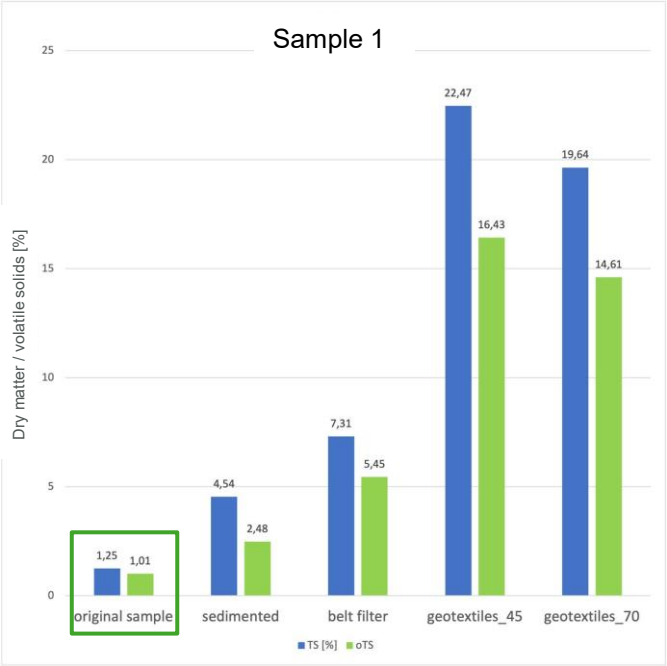
[1] Fest/Flüssig Trennung
→ Minimieren des Nährstoffverlusts
→ Steigerung der Effizienz der Wassernutzung

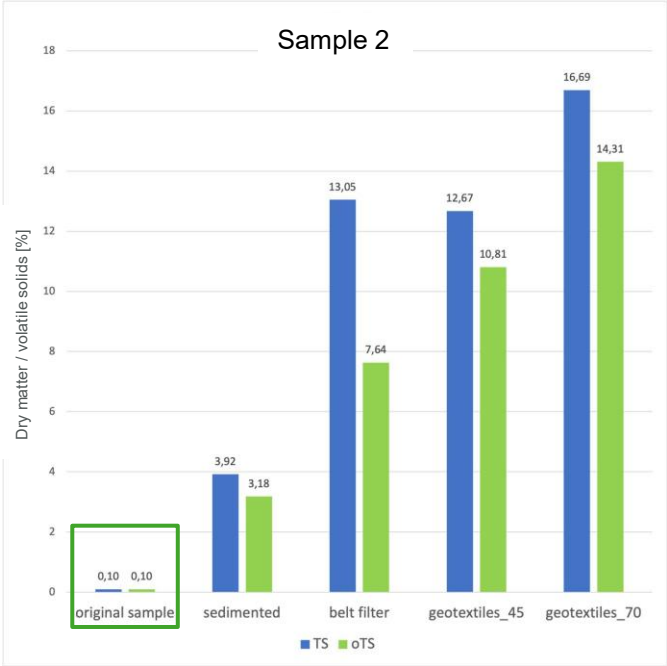
[2] Verwertung der festen Phase
→ Wertschöpfung aus Reststoffen
→ Emissionen reduzieren

[3] Verwertung der flüssigen Phase
→ Wertschöpfung aus Reststoffen
→ Emissionen reduzieren



[1] Evaluation: Der Ergebnisse der Trennmethoden





Trockensubstanz und organische Trockensubstanz vor und nach Behandlung

[2] Verwertung der festen Phase

Feste Fraktion = Schlamm

→ Hoher gehalt an Nährstoffen und organischen Bestandteilen von Futtermitteln und Fäkalien

- → **Biogas**
- → **Biodünger**
- → **Aquaponik**



[3] Verwertung der flüssigen Phase

Flüssige Fraktion: hoher Gehalt an Stickstoffkomponenten (Ammonium, Nitrat) und Phosphat

→ Aufreinigungsschritt vor dem Rückführen in Kanalisation nötig

→ Risiko der Eutrophierung von natürlichen Wasserquellen

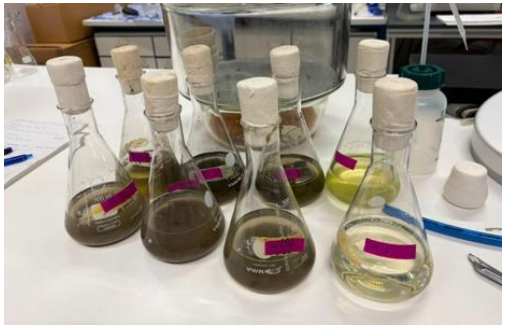
Mikroalgenkultivierung mit flüssiger Fraktion: → Mikroalge agiert als Biofilter, Mikroalgenbiomasse kann weiter verarbeitet werden → Biodünger



Ammonium
Nitrat
Phosphat

Algen Mischkultur





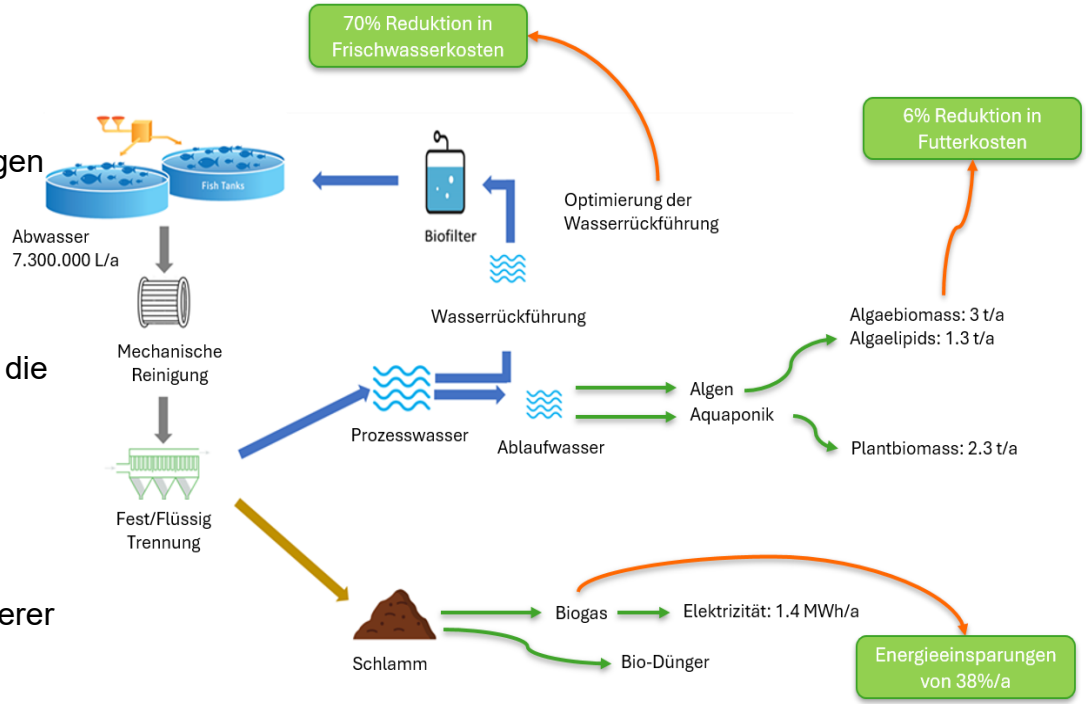
Projektziele

Optimierter Prozess

- Reduzierung von Wasserbedarf in RAS Anlagen und Nährstoffemissionen in die Umwelt

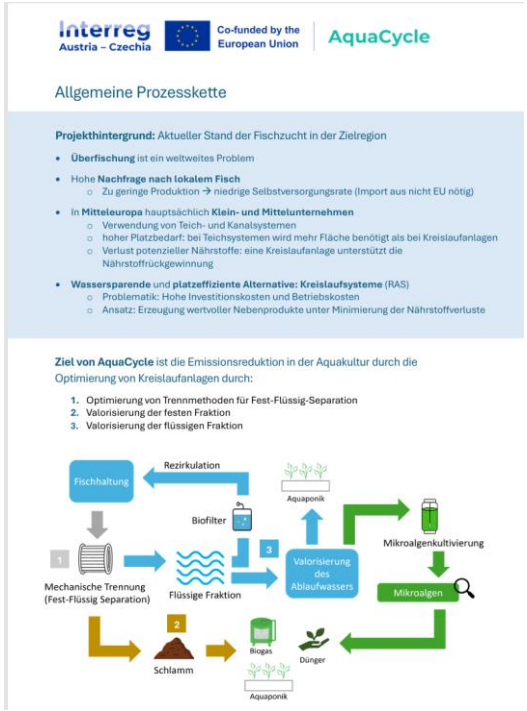
→ Reduzieren der Entsorgungskosten

- Entwicklung einer Strategie zur Emissionsminderung in der Aquakultur durch die Verwertung von Abwasser und Nährstoffen
- Implementierung in neuen, aber auch bereits bestehenden RAS ermöglichen
- → Die Wettbewerbsfähigkeit kleiner und mittlerer Unternehmen in der Region stärken
- Wissenschaftliche Verwertung (Publikationen)

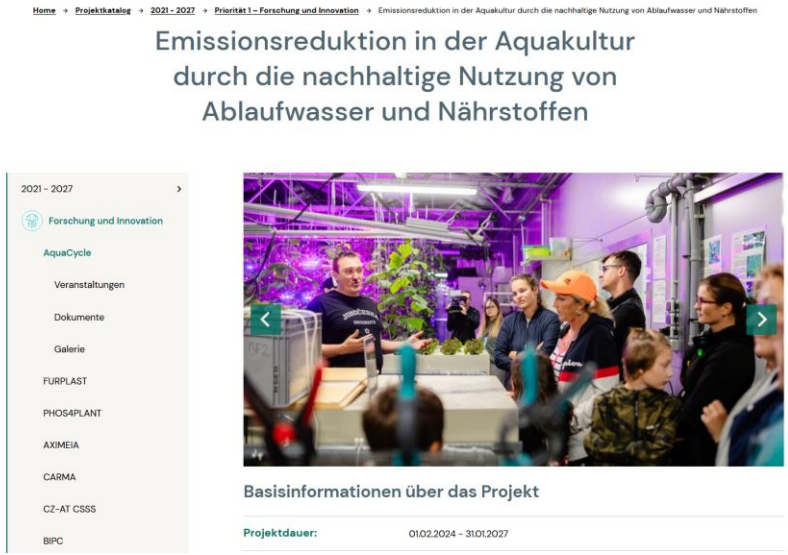


Weiterführende Informationen

Informationsbroschüre



Projektkatalog





Weiterführende Informationen

Informationsbroschüre

Projektkatalog



Interreg Austria – Czechia

Co-funded by the European Union

AquaCycle

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit und an unsere Fördergeber

Kontaktperson:

Mario Preidelt
mario.preidelt@best-research.eu

BEST Bioenergy and Sustainable Technologies

Gefördert durch das Land Niederösterreich

WISSENSCHAFT • FORSCHUNG NIEDERÖSTERREICH

FFG Promoting Innovation.

Federal Ministry Innovation, Mobility and Infrastructure Republic of Austria

Federal Ministry Economy, Energy and Tourism Republic of Austria

vienna business agency | For the City of Vienna

Das Land Steiermark – Economy, Labour, Finance, Science and Research

SFG STYRIAN FUTURE GROUP



Kurze Kaffepause

Bitte pünktlich zurück sein

10:50 – 11:05 Uhr

Interreg
Österreich – Tschechien

Kofinanziert von der Europäischen Union

AquaCycle

Schlammgewinnung in Kreislaufanlagen ATCZ 00002

Elisabeth Peham
Ökologische Station Waldviertel
IGF - BAW
elisabeth.peham@baw.at
+43 1 71100 636763

BEST
Bioenergy and Sustainable Technologies

Fakulta rybářství a ochrany vod
Faculty of Fisheries and Protection of Waters

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
University of South Bohemia in České Budějovice

Bundesamt für Wasserwirtschaft

Bisher wird der Schlamm meist mit dem Spülwasser entsorgt

Enthaltenen Nährstoffe sind wertvoll und können genutzt werden

Die Herausforderung ist das Sammeln und weiterverarbeiten oder transportieren

- Ausbringung auf landwirtschaftlichen Flächen

- Aquaponik

- Biogasproduktion

Herausforderungen:

Wassergehalt, Menge, Transportwege, Lagerkapazitäten, …

Um im Projekt feststellen zu können, was gut umsetzbar ist müssen Proben genommen werden!

Aber:
Bestehende Anlagen haben oft keine direkte Entnahme- oder Sammelstelle

Trommelfilter Spülwasser





Fotos BAW





Fotos BAW

An welcher Stelle einer KLA ist eine Schlammgewinnung am sinnvollsten?





Fotos BAW

Jede KLA ist ein wenig anders



Fotos BAW



Proben müssen um aussagekräftig zu sein, homogenisiert werden



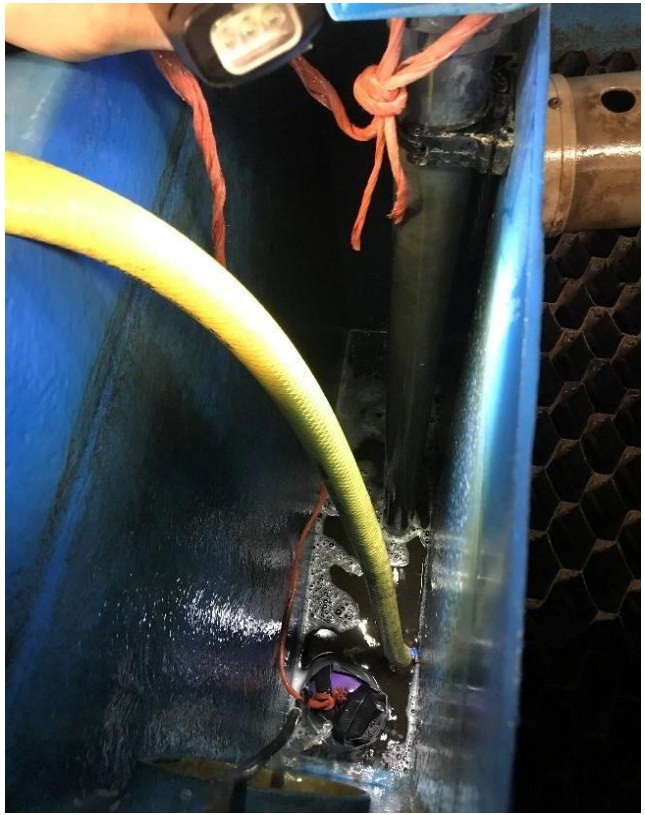




Fotos BAW

Geotextile Bag Test am EHO





Fotos BAW

Geotextile Bag





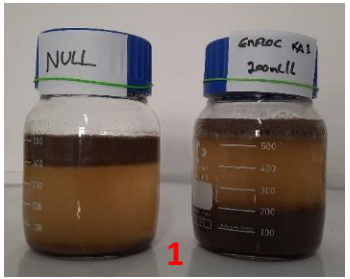
Temp. 26 °C; pH 5,7; Feed 19 kg/day

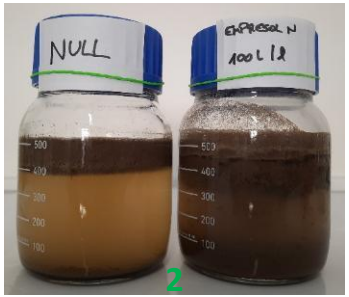
	Sedimenter	Nach Geotextile Bag
N_t (mg L^{-1})	> 150	> 150
P_t (mg L^{-1})	540	550
NH_4-N (mg L^{-1})	0.69	1,05
NO_3-N (mg L^{-1})	> 250	> 250
NO_2-N (mg L^{-1})	0.09	0.35

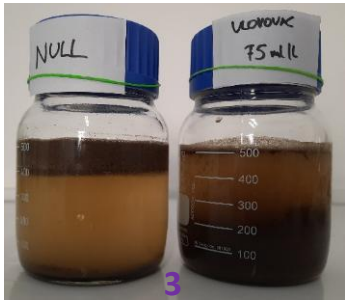
Fotos BAW

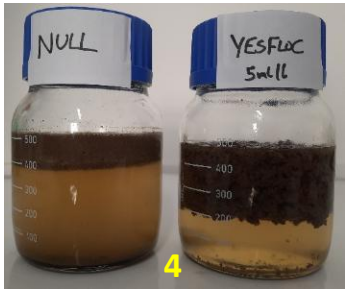
Flockungsmittel Tests

Flockungsmittel	Dosierung	Schlamm	
Kein Flockungsmittel	Null	63 g	
Emfloc (Emsland Emfloc KA 3)	200 ml L^{-1}	74 g	1
Empresol (Emsland Empresol N)	100 ml L^{-1}	63 g	2
Vlockovac (proxim Vločkovač tekutý)	75 ml L^{-1}	90 g	3
Yesfloc (AMCON YESfloc CWE823AB10)	5 ml L^{-1}	132 g	4



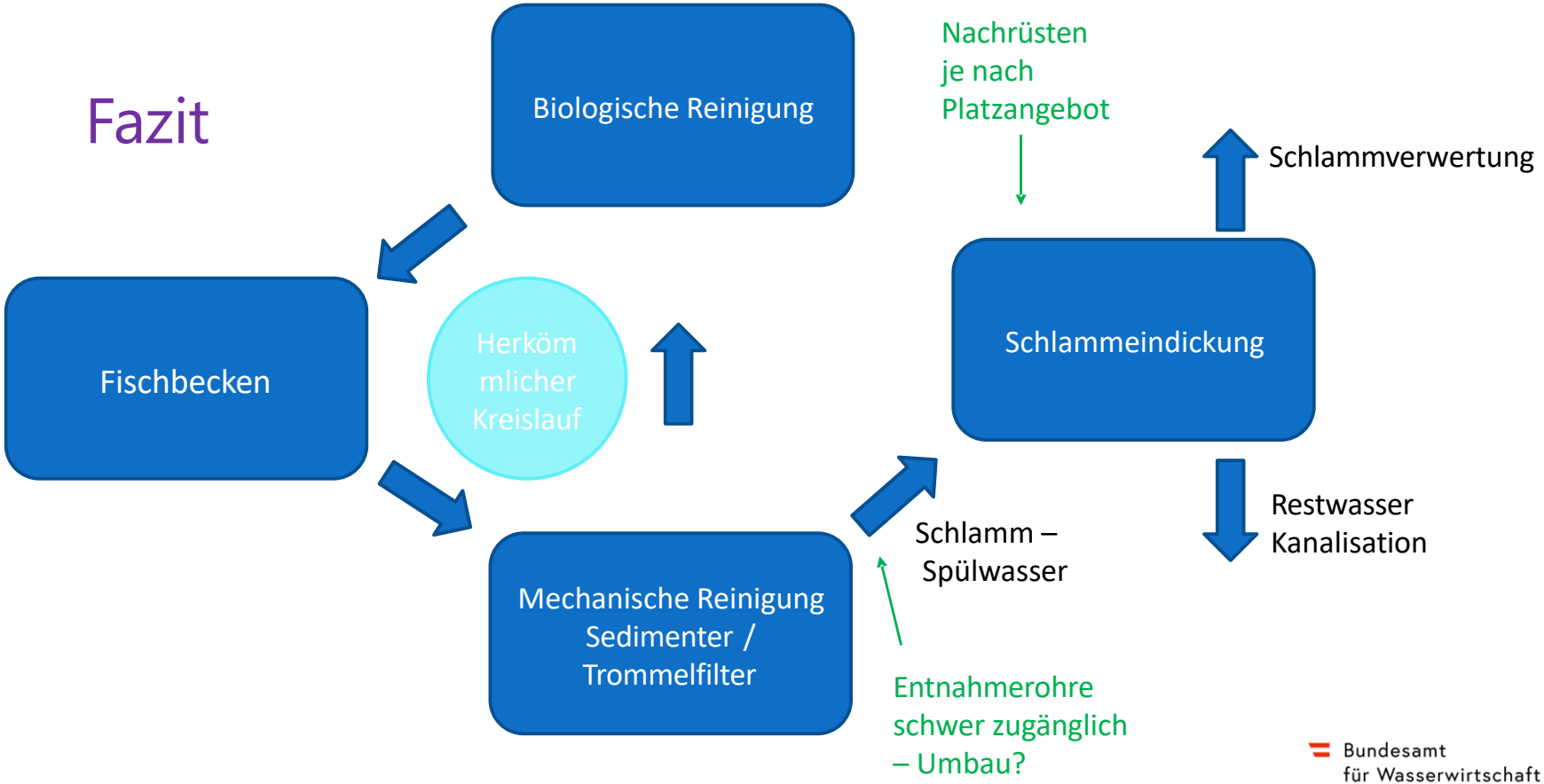






Fotos BAW

Fazit


Biologische Reinigung
Nachrüsten je nach Platzangebot
Schlammverwertung
Fischbecken
Herkömmlicher Kreislauf
Schlammeindickung
Restwasser Kanalisation
Schlamm – Spülwasser
Mechanische Reinigung Sedimenter / Trommelfilter
Entnahmerohre schwer zugänglich – Umbau?



Interreg Austria – Czechia

Co-funded by the European Union

AquaCycle

Trennmethoden

ATCZ00002 AquaCycle

BEST Bioenergy and Sustainable Technologies

Gefördert durch das Land Niederösterreich

WISSENSCHAFT • FORSCHUNG NIEDERÖSTERREICH

FFG Promoting Innovation.

Federal Ministry Innovation, Mobility and Infrastructure Republic of Austria

Federal Ministry Economy, Energy and Tourism Republic of Austria

vienna business agency | For the City of Vienna

Das Land Steiermark – Economy, Labour, Finance, Science and Research

SFG STYRIAN FUTURE GROUP

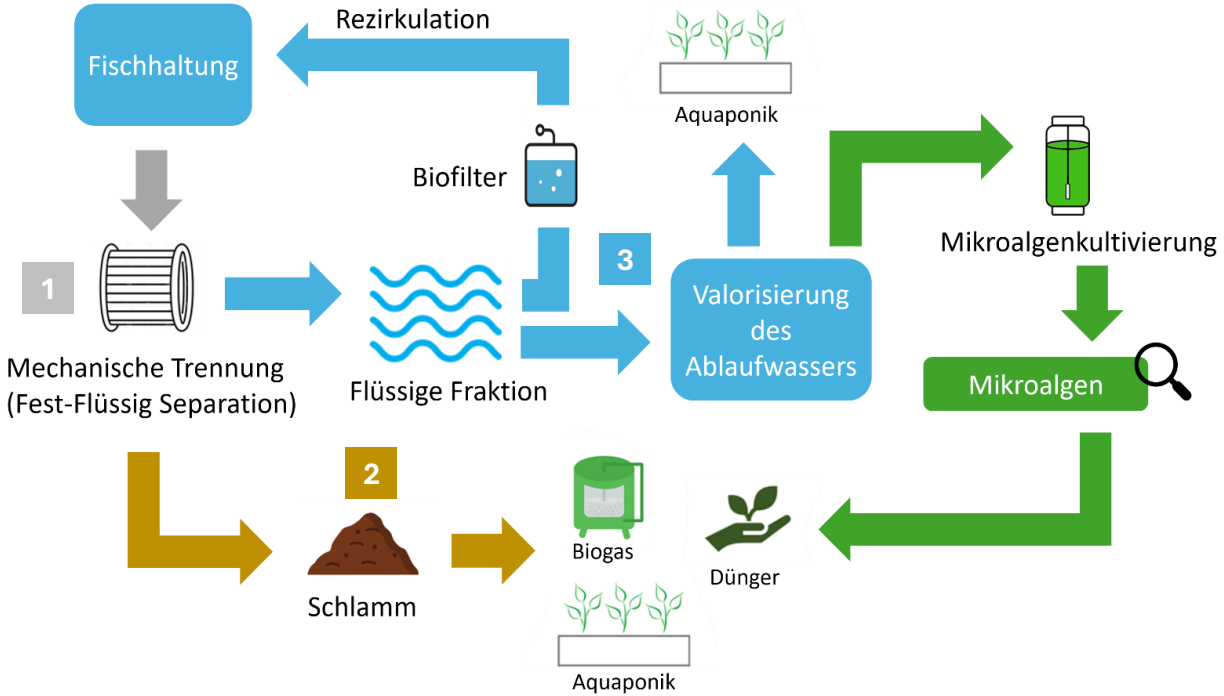


Trennmethoden

Edelhof, 19.11.2026

Emily Ruttner

Optimierung von Kreislaufanlagen



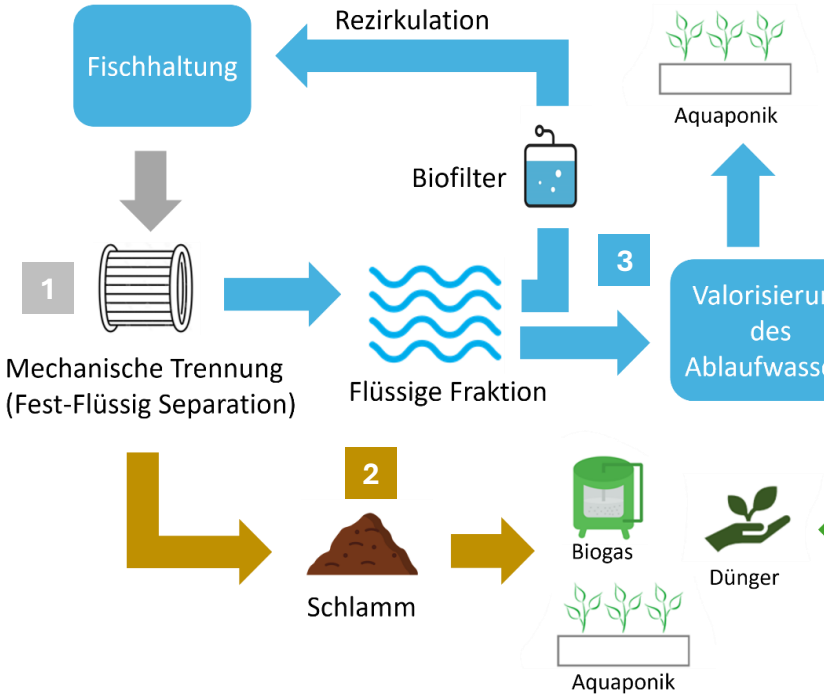
Optimierung von Kreislaufanlagen

Fest-Flüssig Separation:

Grundlage für Valorisierung der Reststoffe:
Feste & flüssige Fraktionen werden weiter verarbeitet
→ Recycling von Nährstoffen

Aufgereinigte flüssige Fraktion wird rezirkuliert
→ Senkung des Wasserverbrauchs

Testen verschiedener Trennmethoden



Recycling von Nährstoffen

In der Fischzucht ist die **Futterkonversionsrate (FCR)** relevant → nur ein gewisser Anteil der Nährstoffe im Futter wird assimiliert, der Rest wird ausgeschieden und landet im Ablaufwasser

- → ~ 20 % des Kohlenstoffs , ~ 45 % des Stickstoffs, ~ 30 % des Phosphats
- → Phosphor (Phosphatgestein) ist in der EU als kritischer Rohstoff eingestuft → Rückgewinnung

Aufreinigung des Ablaufwassers

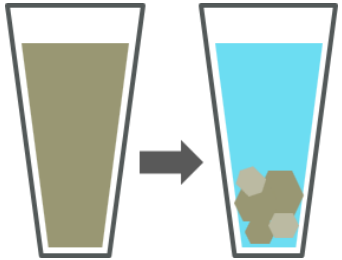
Algen & Pflanzen können im Ablaufwasser gelöste Nährstoffe aufnehmen und akkumulieren sie in der Biomasse

- → Reduktion der Nährstofffracht im Ablaufwasser, Möglichkeit der Rückführung → Senkung des Wasserbedarfs
- → Algen- und Pflanzenbiomasse nutzbar (Futter, Dünger) → Nährstoffe werden genutzt

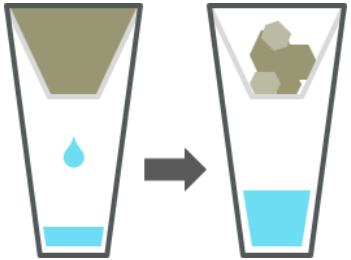
Kurniawan, S. B., Ahmad, A., Imron, M. F., Abdullah, S. R. S., Othman, A. R., & Hasan, H. A. (2025). Achieving a Biocircular Economy in the Aquaculture Sector Through Waste Valorization. *Toxics*, *13*(2), 131.
Verordnung (EU) 2024/1252 (Critical Raw Materials Act), Anhang II

Übersicht der Trennmethoden

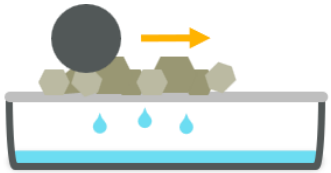
Sedimentation



Geotextilien



Bandfilter



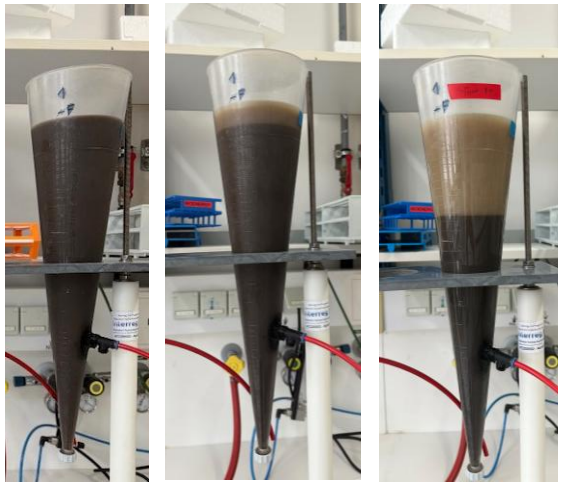
Ziele:

→ Erfolgreiche Auftrennung in feste und flüssige Fraktion

→ Einfache Umsetzung, kostengünstige Installation

Übersicht der Trennmethoden

Sedimentation



Geotextilien



Bandfilter



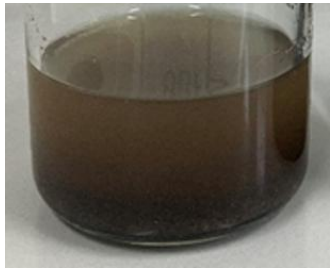
Ablaufwasser Proben

Kategorisierung anhand der **Trockensubstanz [%TS]** und der **organischen Trockensubstanz [%oTS]**

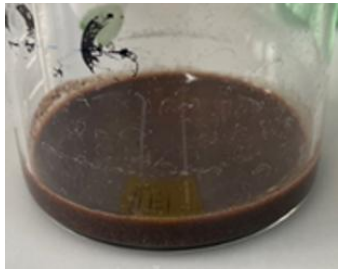
- → **% TS** = Feststoffanteil in Stoffgemisch
- → **% oTS** = organische Bestandteile nach Entzug von Wasser & mineralischen Stoffen



Geringer Feststoffanteil
%TS < 0,5



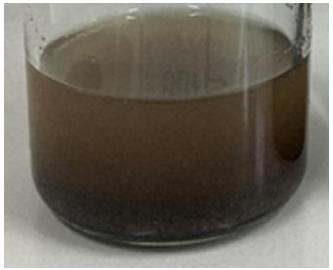
Moderater Feststoffanteil
0,5 < %TS < 1,5



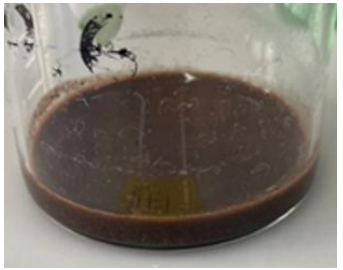
Hoher Feststoffanteil
%TS > 1,5



Geringer Feststoffanteil
%TS < 0,5



Moderater Feststoffanteil
0,5 < %TS < 1,5



Hoher Feststoffanteil
%TS > 1,5

Weitere Parameter:

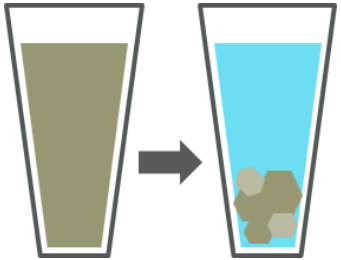
- → **Nährstoffe für Algen & Pflanzen:** Ammonium (NH_4^+), Nitrat (NO_3^-)→ Stickstoffquelle, Phosphat (PO_4^{3-})
- → **Relevant für Biogas-Produktion:** TKN (Total Kjeldahl Nitrogen), CSB (Chemischer Sauerstoff Bedarf)

Sedimentation

Ablaufwasser wird in Tank gesammelt

→ Feststoffe sinken ab

→ Flüssige Fraktion wird abgelassen



\+ Unaufwändige Installation

– Schwimmende Feststoffe gehen verloren





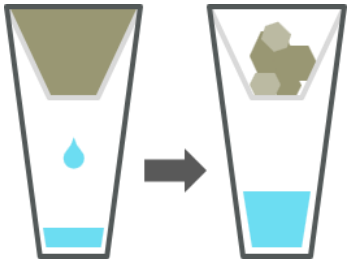


Geotextilien

Wasserdurchlässiges Gewebe wird als Filter eingesetzt

→ Partikel werden zurückgehalten (Feste Fraktion)

→ Flüssige Fraktion rinnt ab



+ Skalierbar: Verschiedene Porengrößen (1-200µm)
+ Gut geeignet für feststoffarme Proben



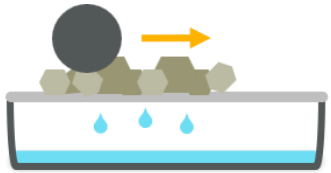


Bandfilter

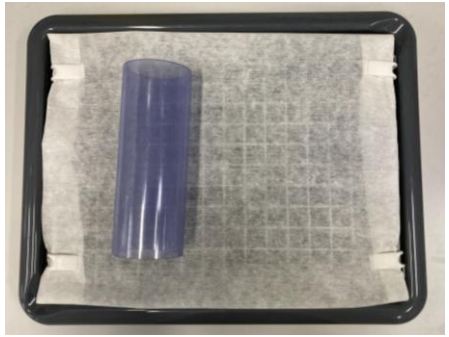
Ablaufwasser fließt über Filterband

→ Walze presst flüssige Fraktion durch Filter

→ feste Fraktion bleibt zurück







\+ Effiziente Trennung

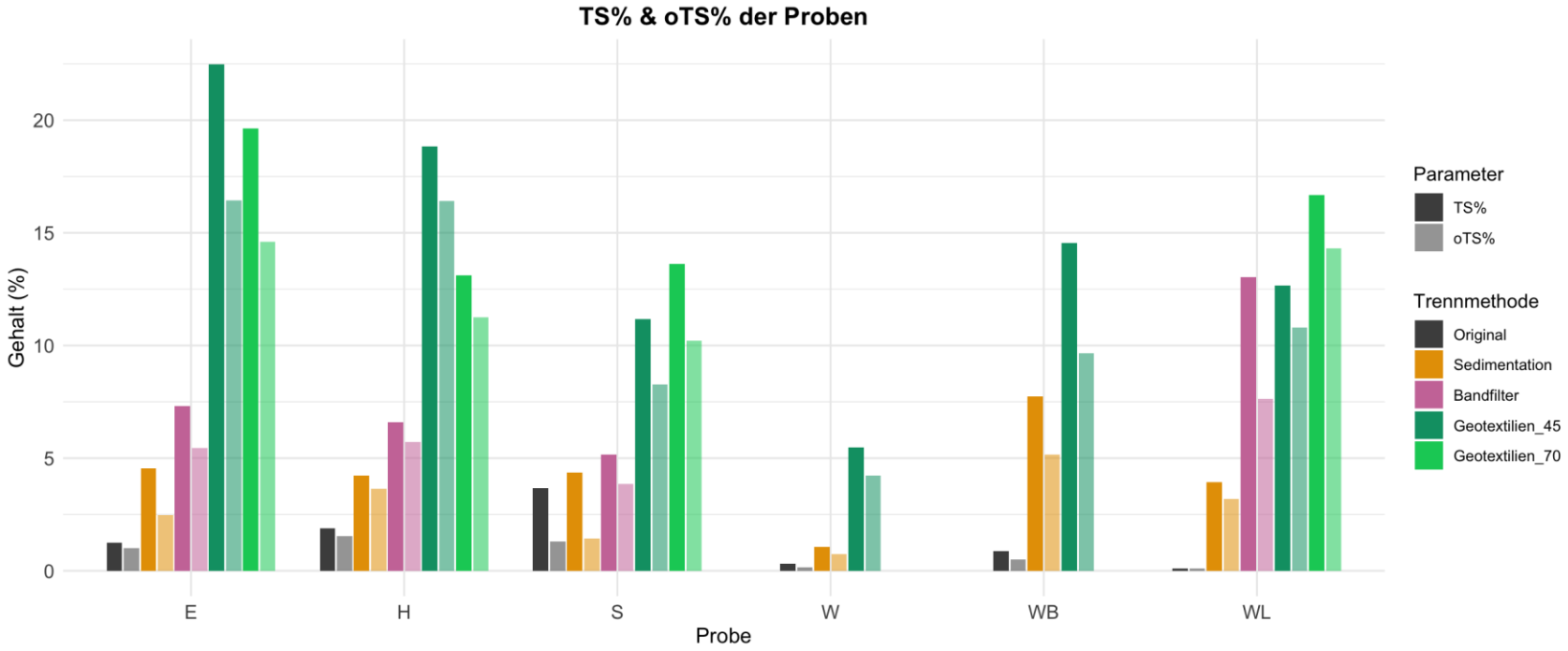
– Aufwändigere Installation, höhere Kosten

Evaluierung: Trennmethoden

Bewertungs-Kategorien:

- → Zunahme der Trockensubstanz [TS%] und der organischen Trockensubstanz [oTS%]
  - Bestimmung vor und nach Anwendung der Trennmethode
- → Performance bei unterschiedlichen Proben
  - Variation zwischen Proben oder einheitliche Resultate unabhängig von Art der Probe
- → Schwierigkeit der Umsetzung
  - Aufwand für Anlagen-Betreiber*Innen

Evaluierung: Trennmethoden



Fazit: Trennmethoden

Trennmethode	Anreicherungsfaktor TS% (Mittelwert)	Anreicherungsfaktor oTS% (Mittelwert)	Variabilität	Umsetzung
Sedimentation	**9,8**	**8,9**	Proben setzen sich unterschiedlich gut ab	Bereits in Betrieb bei einigen Anlagen
Geotextilien	GT_45µm: **32,1** GT_70µm: **48,7**	GT_45µm: **31,8** GT_70µm: **44,4**	Mehrere Porengrößen verfügbar, kann passend zur Probe gewählt werden	Varianten: fixer Einbau oder Abpumpen und anschließend filtern
Bandfilter	**35,6**	**22,6**	Weniger effektiv bei feststoffarmen Proben	Bandfilter muss angeschafft werden

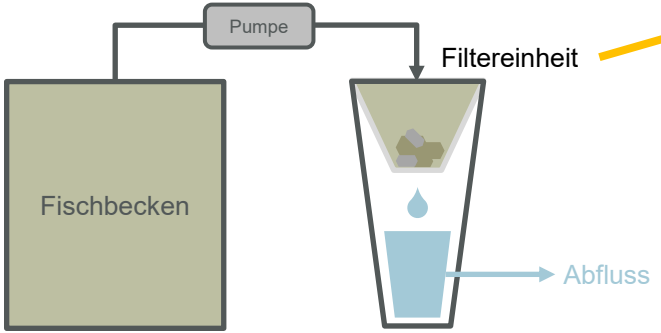
Anreicherungsfaktor = ((o)TS-Wert nach Trennmethode / (o)TS Wert der Original Probe)

Geotextilien Filtereinheit

Warum Geotextilien?

→ Gute Resultate bei allen Proben

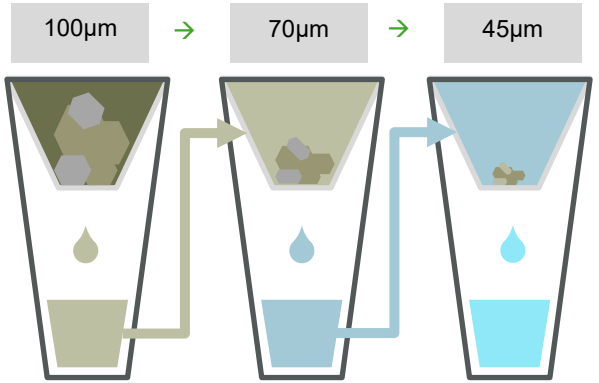
→ Unkomplizierter Transport
- Abpumpen direkt aus Becken
- Ablaufwasser wird in Filtereinheit geleitet



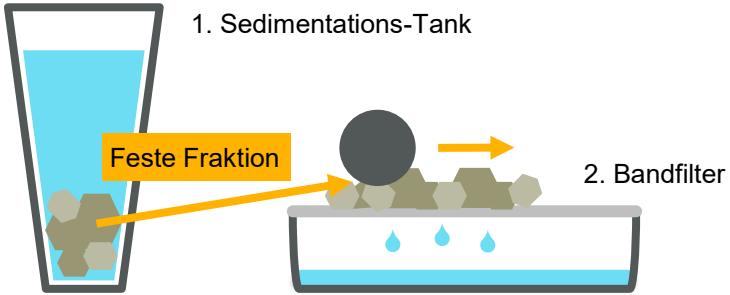




Kombination von Trennmethoden



- → In Reihe schalten von Geotextilien-Filter mit verschiedenen Porengrößen
  - Sukzessives Entfernen von Feststoffen mit abnehmendem Durchmesser
- → Kombination Sedimentation + Bandfilter
  - Besonders sinnvoll bei Schlamm mit geringen Feststoffanteil



Emily Ruttner
emily.ruttner@best-research.eu
+43 5 02378-9428



Bundesamt für Wasserwirtschaft

BEST Bioenergy and Sustainable Technologies

BEST – Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH
Research Site Tulln
Konrad Lorenz Str. 20,
A-3430 Tulln

Fakulta rybářství a ochrany vod
Faculty of Fisheries and Protection of Waters
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
University of South Bohemia in České Budějovice



Verwertung der festen Phase

Edelhof, 19.11.2026

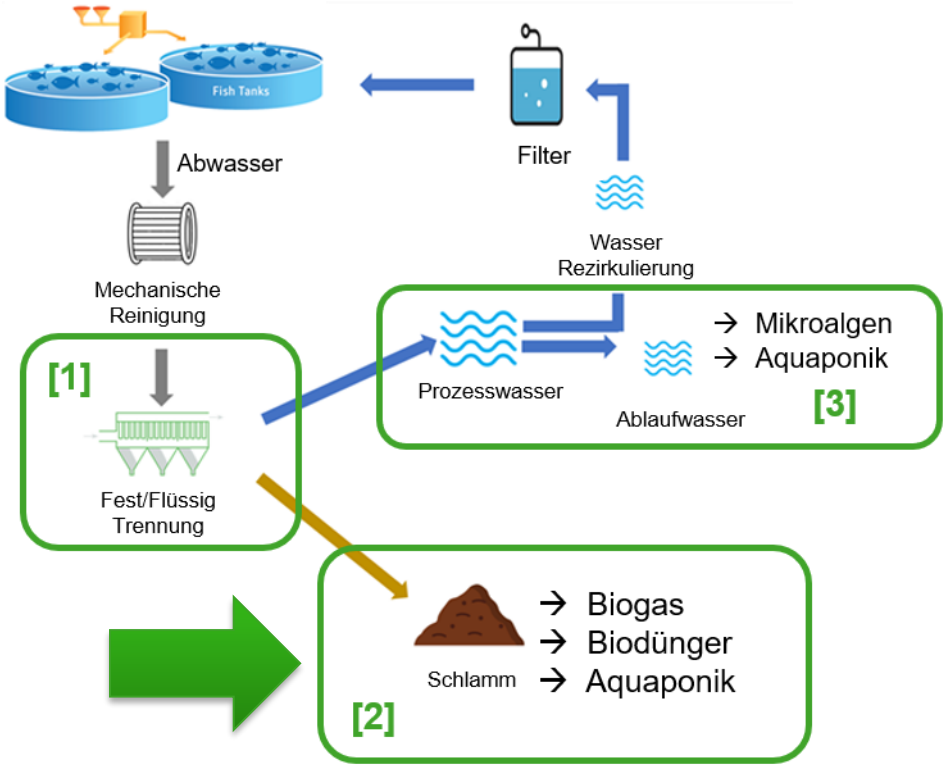
Emily Ruttner

Optimierung des RAS

[1] Fest/Flüssig Trennung
→ Minimieren des Nährstoffverlusts
→ Steigerung der Effizienz der Wassernutzung

[2] Verwertung der festen Phase
→ Wertschöpfung aus Reststoffen
→ Emissionen reduzieren

[3] Verwertung der flüssigen Phase
→ Wertschöpfung aus Reststoffen
→ Emissionen reduzieren

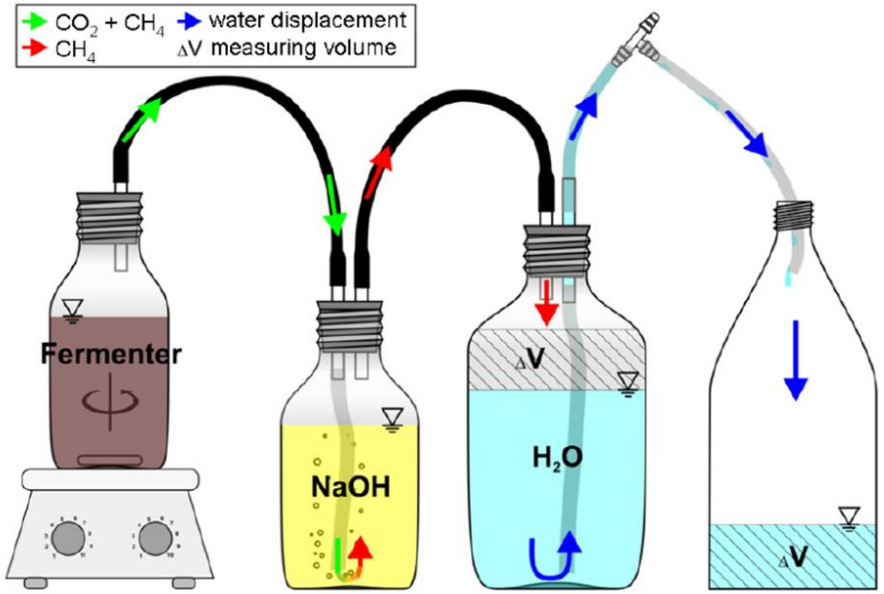


Anaerobe Vergärung

Batch-Tests zur Evaluierung des Biogaspotenzials

Mikroorganismen bauen organische Verbindungen ab

- → CO_2 and CH_4 (Methane) werden freigegeben
- → Gas kann gesammelt und als Energiequelle genutzt werden
- → Zuätzliche tests um Einfluss von verschiedenen Flockungsmitteln auf Biogasausbeute festzustellen



Anaerobe Vergärung

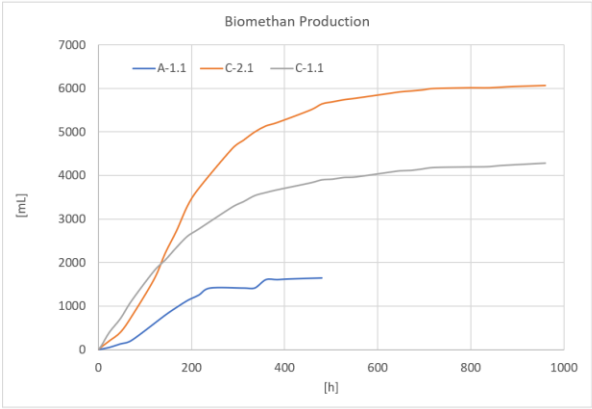
Batch-Tests zur Evaluierung des Biogaspotenzials

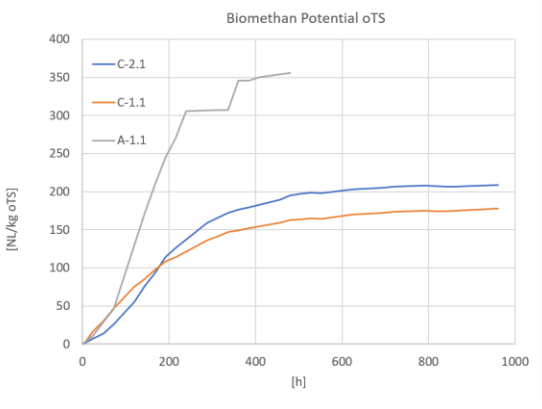
Mikroorganismen bauen organische Verbindungen ab

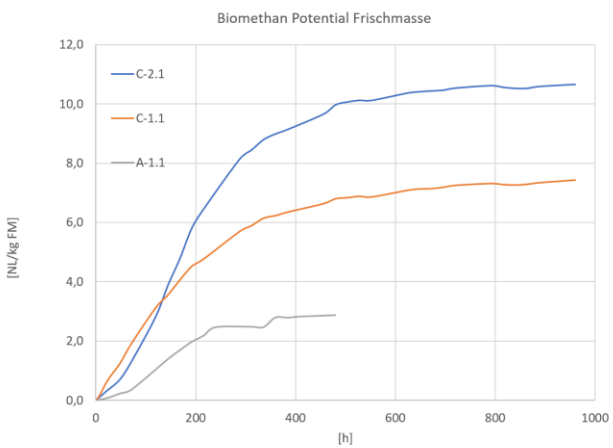
- → CO_2 and CH_4 (Methane) werden freigegeben
- → Gas kann gesammelt und als Energiequelle genutzt werden
- → Zuätzliche tests um Einfluss von verschiedenen Flockungsmitteln auf Biogasausbeute festzustellen



Biomethan Potenzial







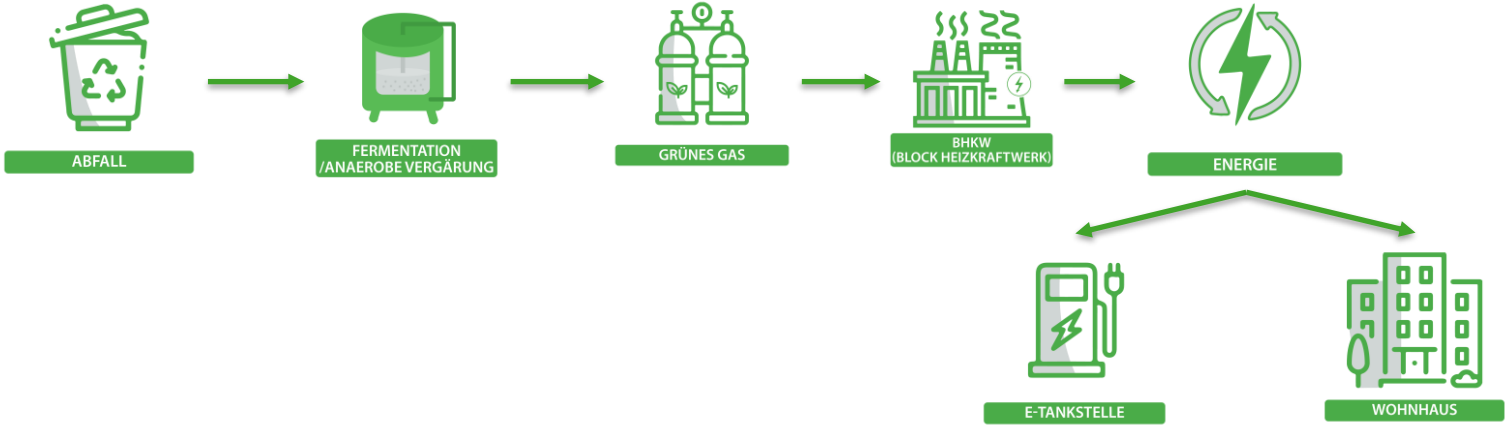
Biomethan Potenzial





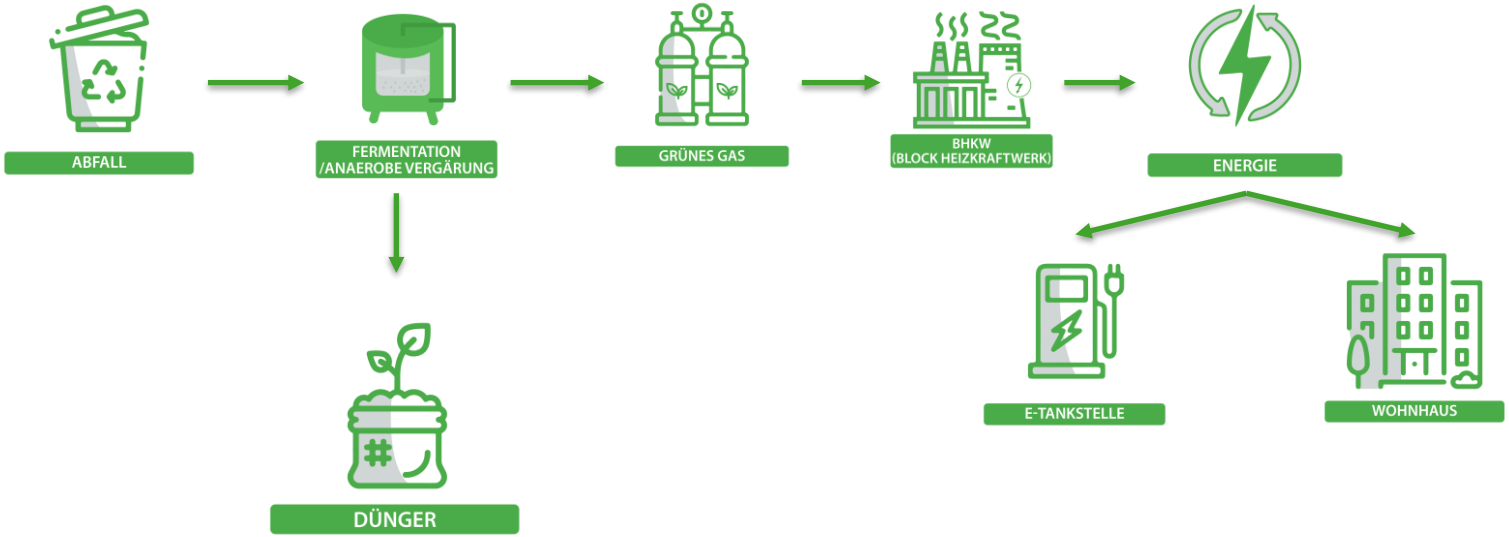
Vielfältige Nutzungsmöglicheiten von Biogas

→ Dezentrale Strom- und Wärmeproduktion



Vielfältige Nutzungsmöglicheiten von Biogas

→ Dezentrale Strom- und Wärmeproduktion



→ Nebenprodukt der Vergärung kann als Dünger genutzt werden



Verwertung der flüssigen Phase

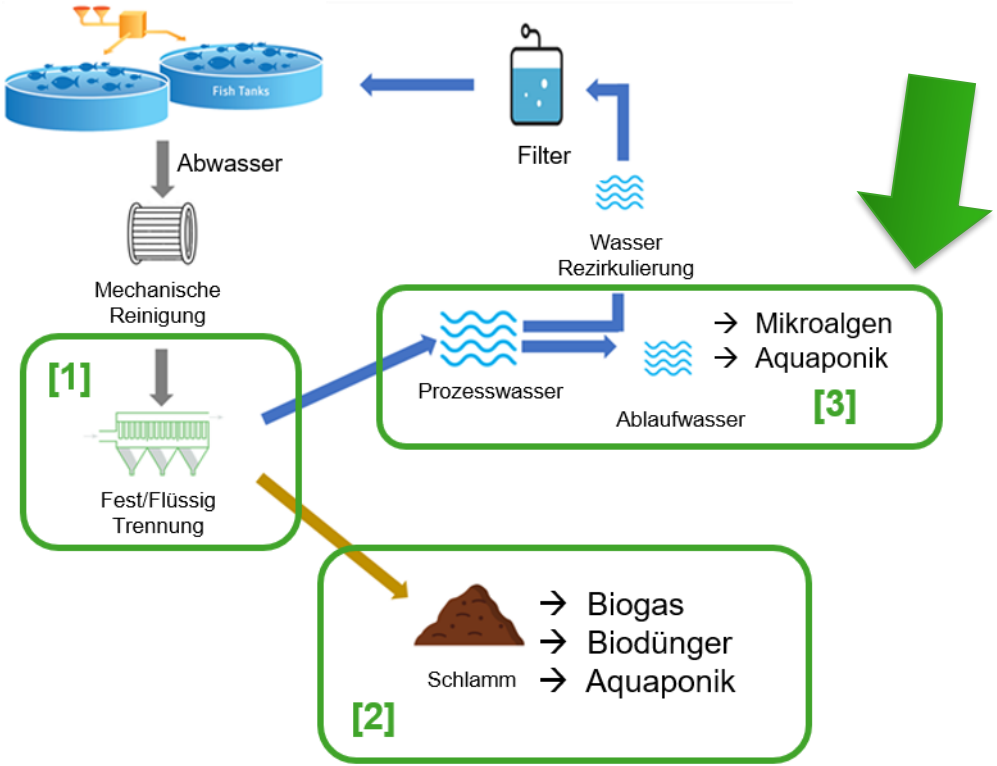
Edelhof, 19.11.2026

Optimierung des RAS

[1] Fest/Flüssig Trennung
→ Minimieren des Nährstoffverlusts
→ Steigerung der Effizienz der Wassernutzung

[2] Verwertung der festen Phase
→ Wertschöpfung aus Reststoffen
→ Emissionen reduzieren

[3] Verwertung der flüssigen Phase
→ Wertschöpfung aus Reststoffen
→ Emissionen reduzieren



Mikroalgaenkultivierung – Screening der Abwässer

Anschaffen der Mischkulturen

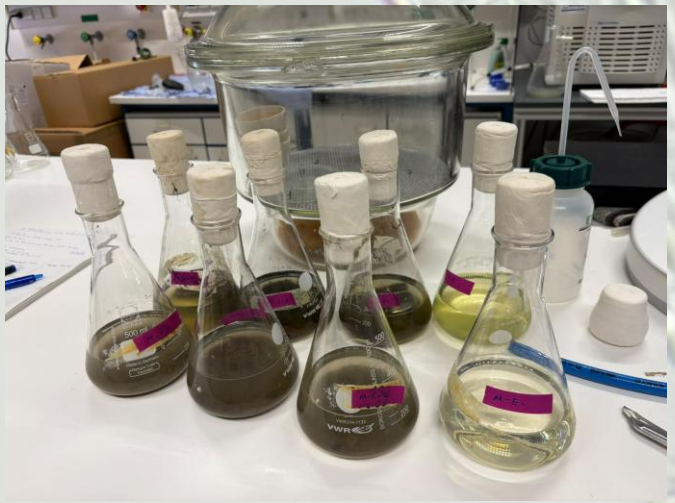


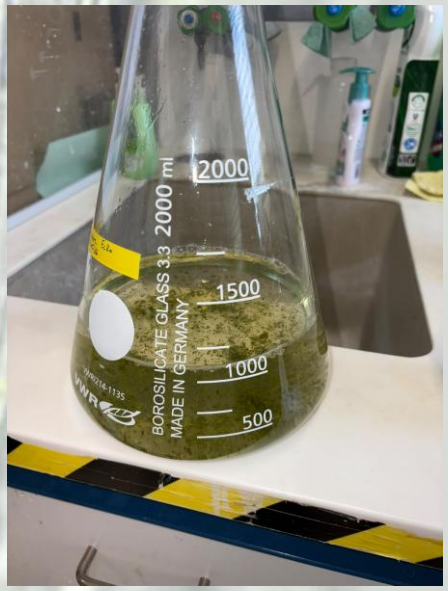




Mikroalgaenkultivierung – Screening der Abwässer

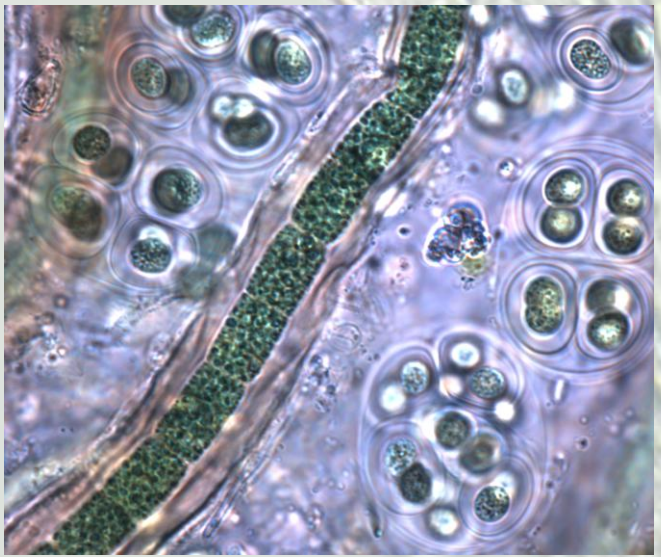
Anzüchten der Mischkulturen

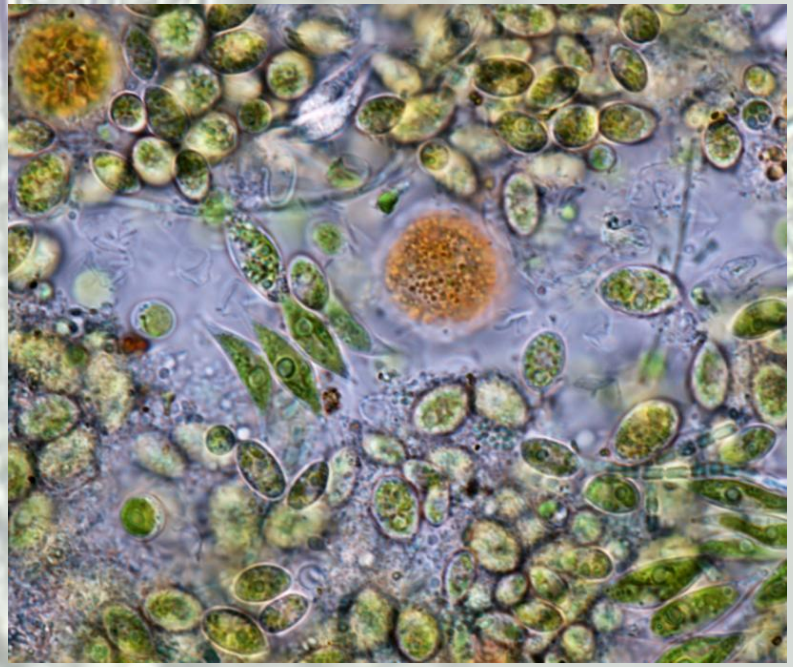




Mikroalgaenkultivierung – Screening der Abwässer

Anzüchten der Mischkulturen

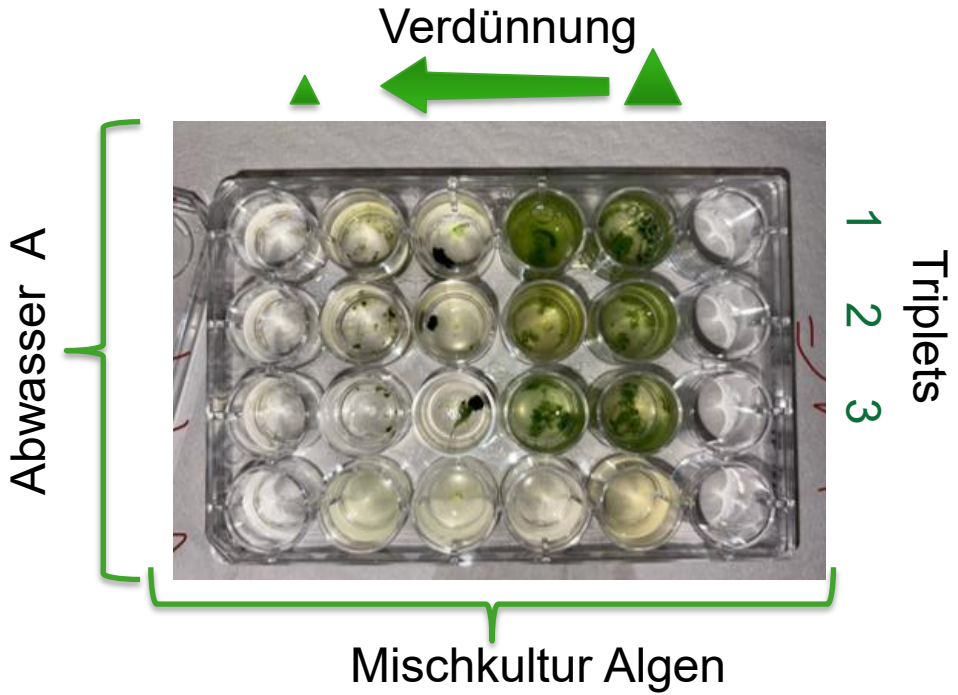




Mikroalgaenkultivierung – Screening der Abwässer

Screening Versuche

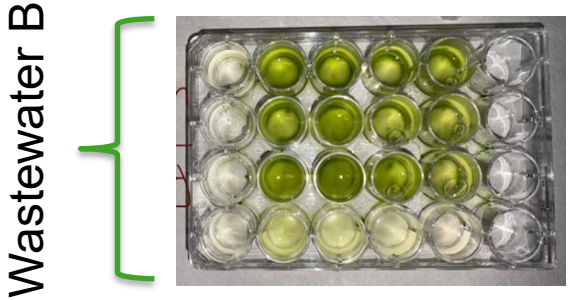
- → “24 Well Platten” (2mL / well)
- → Unbehandelte und verdünnte Proben
- → Messung des Wachstums: → tägliche OD Messungen

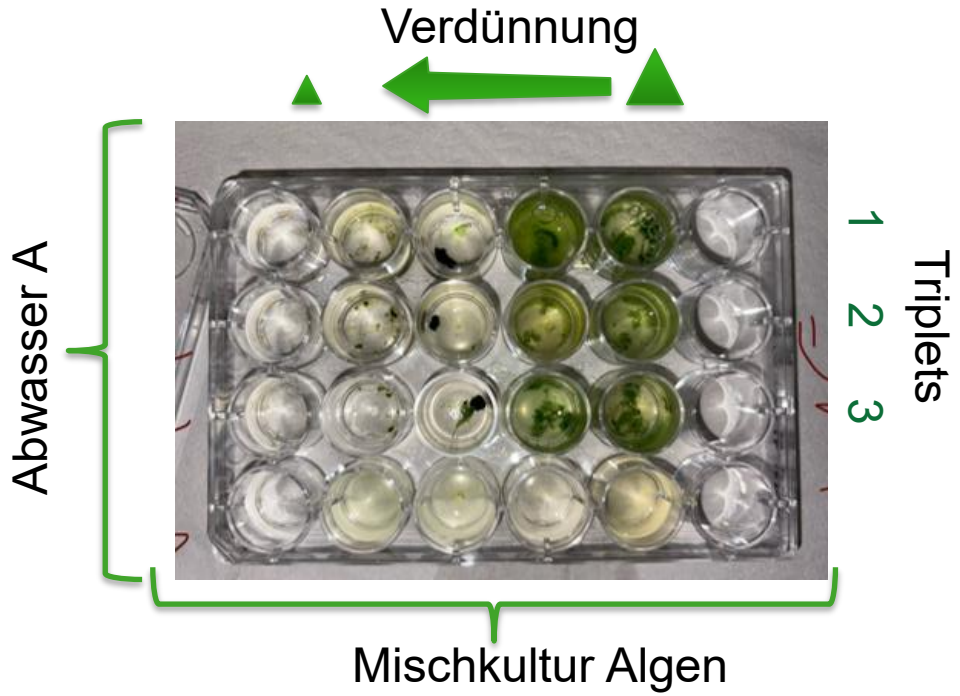


Mikroalgaenkultivierung – Screening der Abwässer

Screening Versuche

- → “24 Well Platten” (2mL / well)
- → Unbehandelte und verdünnte Proben
- → Messung des Wachstums: → tägliche OD Messungen





Interreg Austria – Czechia
Co-funded by the European Union
AquaCycle
WISSENSCHAFT · FORSCHUNG NIEDERÖSTERREICH
Gefördert durch das Land Niederösterreich

Microalgae cultivation – Scale-Up

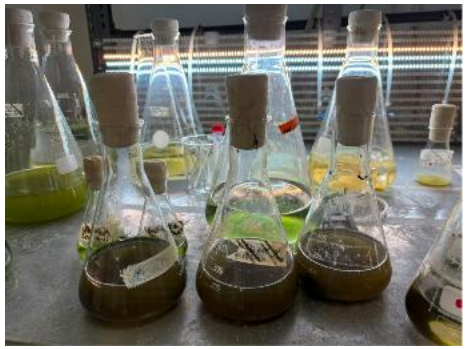
Screening Versuche

- → “24 Well Platten” (2mL / well)
- → Unbehandelte und verdünnte Proben
- → Messung des Wachstums: → tägliche OD Messungen

Scale-Up: Algae Turf Scrubber

- → Kontinuierlicher Betrieb: Messung von Chlorophyll Fluoreszenz
  - Grünalge, Cyanobakterien, Diatome
- → Ernte der Algenbiomasse



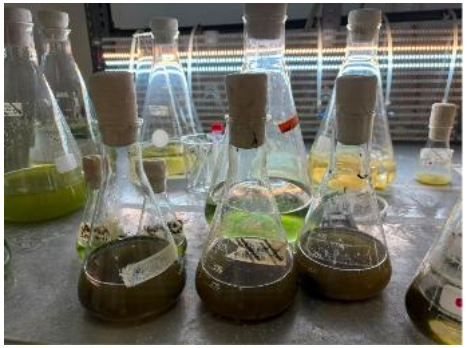




Microalgae cultivation – Scale-Up

Scale-Up: Algae Turf Scrubber

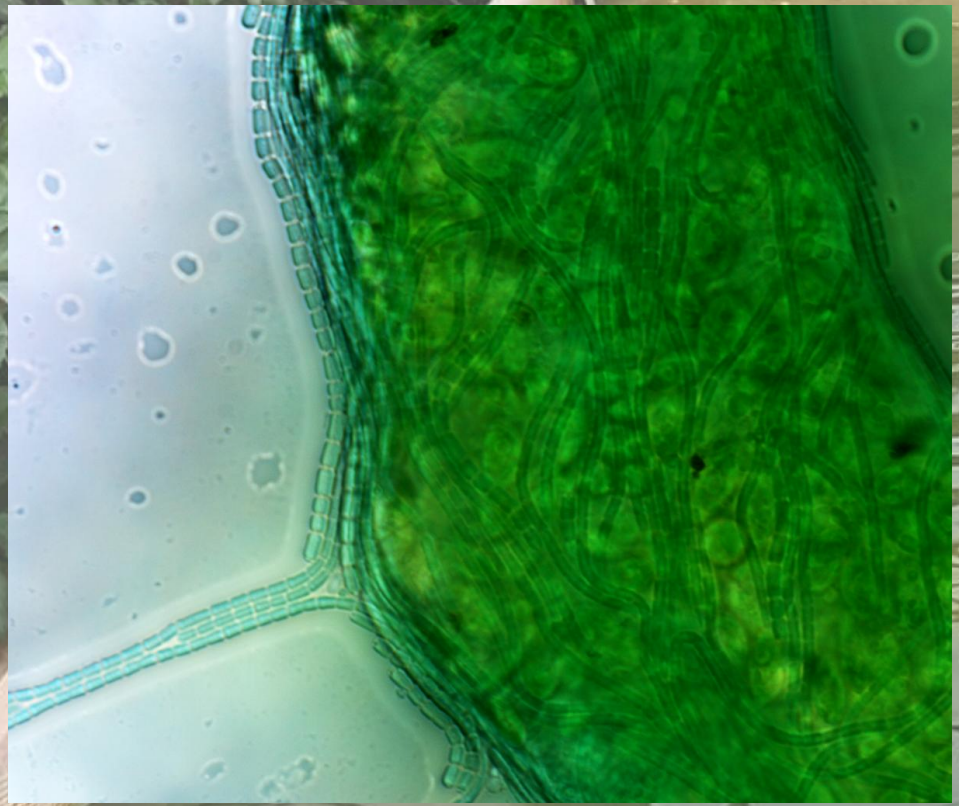
- → Kontinuierlicher Betrieb: Messung von Chlorophyll Fluoreszenz
  - Grünalge, Cyanobakterien, Kieselalgen
- → Ernte der Algenbiomasse

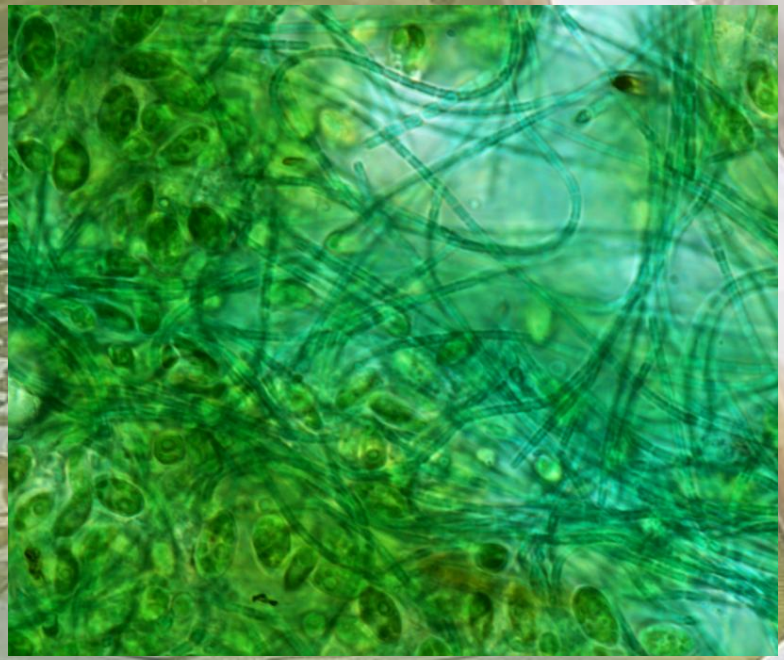


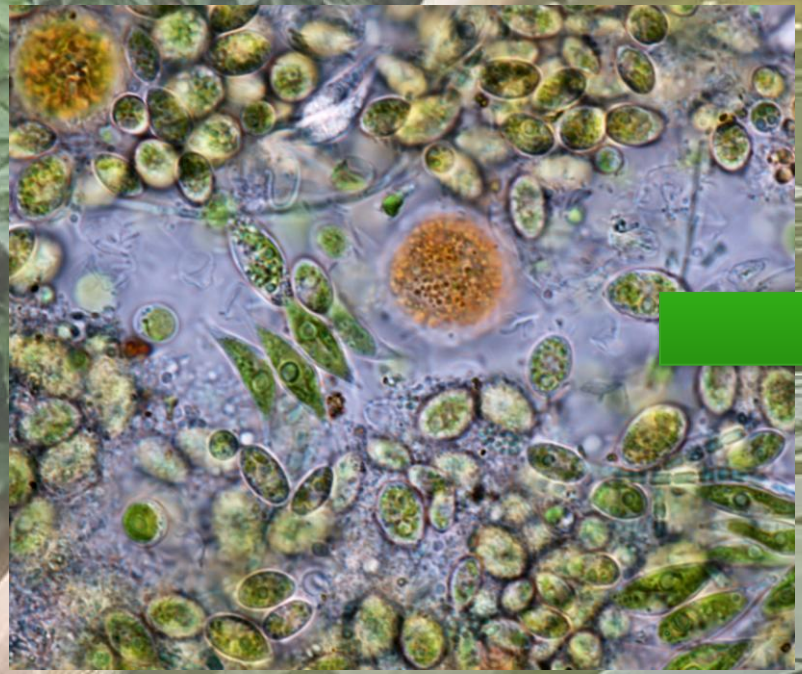




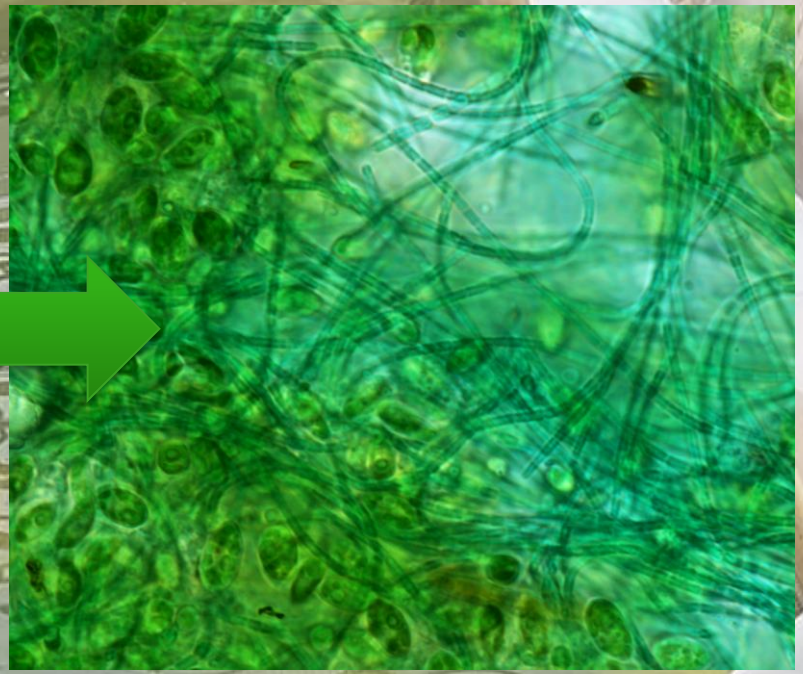








Wandel



Mikroalgenkultivierung – Downstream Potenzial

→ Futtermittel

Mikroalgen – Futtermittel der Zukunft

Forschung / In einem Projekt der Agroscope soll die Kultivierung von Mikroalgen als Sojaersatz im Tierfutter auf Betrieben erprobt werden.

McKenna, L. (2021, 11. Juni). Mikroalgen – Futtermittel der Zukunft. BauernZeitung, S. 33

Ideal als Tierfutter

Weil die Mikroalgenbiomasse im Vergleich zu Soja einen höheren Proteinanteil hat, kann die Menge dieser Futterkomponente verringert werden. Das Aminosäureprofil einiger Mikroalgen ist ideal als Tierfutter geeignet. Durch Kontrolle der Kultivierungsbedingungen kann die Biomassenzusammensetzung den spezifischen Tierbedürfnissen angepasst werden, wie etwa

Mikroalgenkultivierung – Downstream Potenzial

- → Futtermittel
  - → Tierfutter: Nutzung der Proteine und Nährstoffe als Nahrungsergänzung für Säugetiere oder Fischzucht
  - → Ca 30x mehr Protein/ha als Soja ohne Ackerland
  - → 20x weniger Wasserverbrauch als für Sojaanbau
  - → In EU bereits Brauch: Frankreich, Norwegen, Island oder Spanien zB.

Mikroalgen – Futtermittel der Zukunft

Forschung / In einem Projekt der Agroscope soll die Kultivierung von Mikroalgen als Sojaersatz im Tierfutter auf Betrieben erprobt werden.

McKenna, L. (2021, 11. Juni). Mikroalgen – Futtermittel der Zukunft. BauernZeitung, S. 33

Ideal als Tierfutter

Weil die Mikroalgenbiomasse im Vergleich zu Soja einen höheren Proteinanteil hat, kann die Menge dieser Futterkomponente verringert werden. Das Aminosäureprofil einiger Mikroalgen ist ideal als Tierfutter geeignet. Durch Kontrolle der Kultivierungsbedingungen kann die Biomassenzusammensetzung den spezifischen Tierbedürfnissen angepasst werden, wie etwa

Mikroalgenkultivierung – Downstream Potenzial

- **Futtermittel**
  - Fisch oder Säugetier: Nutzung der Proteine und Nährstoffe als Nahrungsergänzung
  - Etwa 30x mehr Protein/ha als Soja ohne Ackerland
  - Etwa 20x weniger Wasserverbrauch als für Sojaanbau
  - In EU bereits Brauch: Frankreich, Norwegen, Island oder Spanien zB.
- **Energieträger**
  - Anaerobe Vergärung
    - Biogas: Vergärung der Restbiomasse nach Ölextraktion → CH4
  - Thermochemischer Treibstoff
    - Triacylglyceride (Fette) durch Umesterung zu Biodiesel
    - Bioethanol und Biobutanol durch Vergärung der Kohlenhydrate in Zellwand (Stärke, Cellulose)
- **(Lebensmittel-) Farbstoffe**



Interreg Austria – Czechia

Co-funded by the European Union

AquaCycle

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit und an unsere Fördergeber

Kontaktperson:

Mario Preidelt
mario.preidelt@best-research.eu

BEST Bioenergy and Sustainable Technologies

Gefördert durch das Land Niederösterreich

WISSENSCHAFT • FORSCHUNG NIEDERÖSTERREICH

FFG Promoting Innovation.

Federal Ministry Innovation, Mobility and Infrastructure Republic of Austria

Federal Ministry Economy, Energy and Tourism Republic of Austria

vienna business agency | For the City of Vienna

Das Land Steiermark – Economy, Labour, Finance, Science and Research

SFG STYRIAN FUTURE GROUP



Mittagspause

Bitte pünktlich zurück sein

12:00-13:00 Uhr

Fakulta rybářství a ochrany vod
Faculty of Fisheries and Protection of Waters
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
University of South Bohemia in České Budějovice
Czech Republic

Laboratoř intenzivní akvakultury

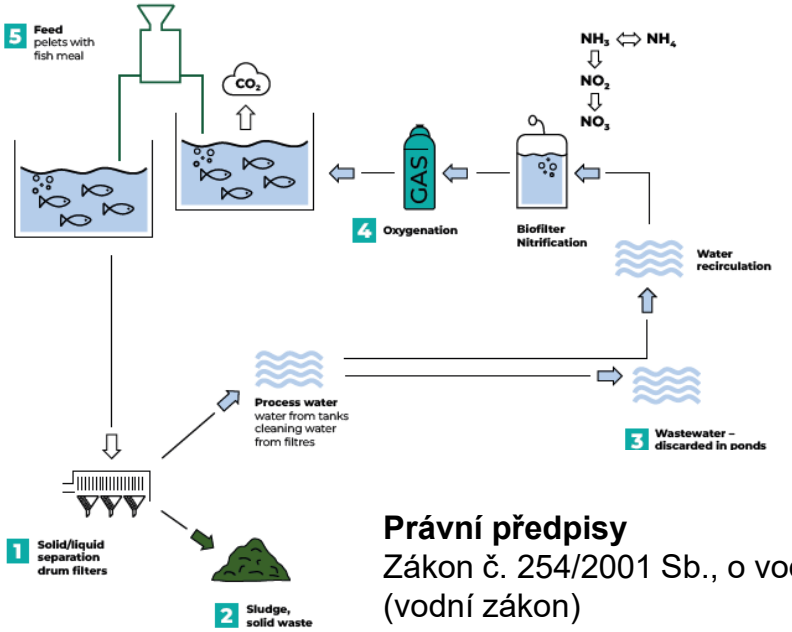
Sedimentační jednotka LIA

MSc. Oleksandr Malinovskyi Ph.D.

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany, Česká republika
omalinovskyi@frov.jcu.cz



Legislativa



Právní předpisy
Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon)
Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech (zákon o odpadech)

Chybějící právní definice RAS
Právní předpisy tento pojem neznají.
RAS se proto posuzuje jako běžný zdroj odpadních vod – **provoz akvakultury**
To vede k rozdílným výkladům jednotlivých úřadů.

Nejasný status oplachové vody z bubnového filtru
Není jasně stanoveno, zda je oplachová voda odpadní vodou.
Za **odpad** se považuje, pokud je zadržována či zpracovávána.

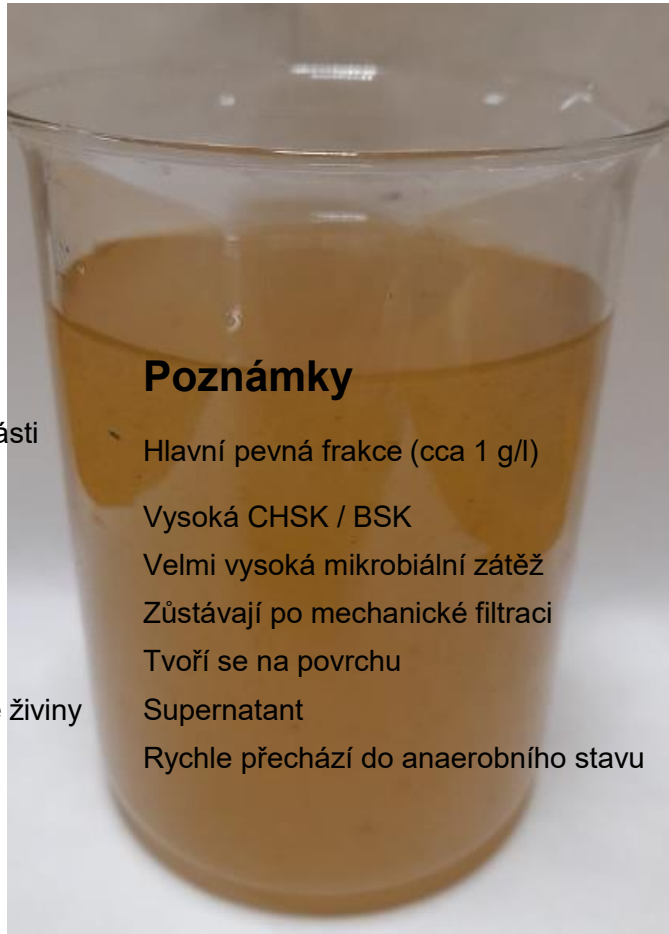
Přechod: voda × odpad (kal z RAS)
Není přesně určeno, kdy se kalová voda stává odpadem.
Hranice mezi vodním a odpadovým režimem je v praxi nejasná.
To komplikuje zemědělské využití **kalu**.

Nedostatečné zohlednění oběhového hospodářství
Právní úprava aktivně nepodporuje zadržování a opětovné využití živin.
Nerozlišuje mezi přímým vypouštěním a technologickou recyklací.
Regulace se zaměřuje na **odstraňování**, nikoli na zpětné získávání živin.

Kal

Oplach bubnového filtru

Frakce / složka	Obsah	Poznámky
Nerozpuštěné látky (TSS)	Výkaly, zbytky krmiva, biofloky, části biofilmu	Hlavní pevná frakce (cca 1 g/l)
Organická hmota	Bílkoviny, lipidy, sacharidy	Vysoká CHSK / BSK
Mikroorganismy	Heterotrofní bakterie, patogeny	Velmi vysoká mikrobiální zátěž
Rozpuštěné živiny	Amoniak (NH_4^+)	Zůstávají po mechanické filtraci
Plovoucí frakce (po sedimentaci)	Lipidy, lehké organické látky	Tvoří se na povrchu
Vyčištěná voda (střední vrstva)	Méně pevných částic, rozpuštěné živiny	Supernatant
Sediment na dně	Husté usazené pevné látky	Rychle přechází do anaerobního stavu



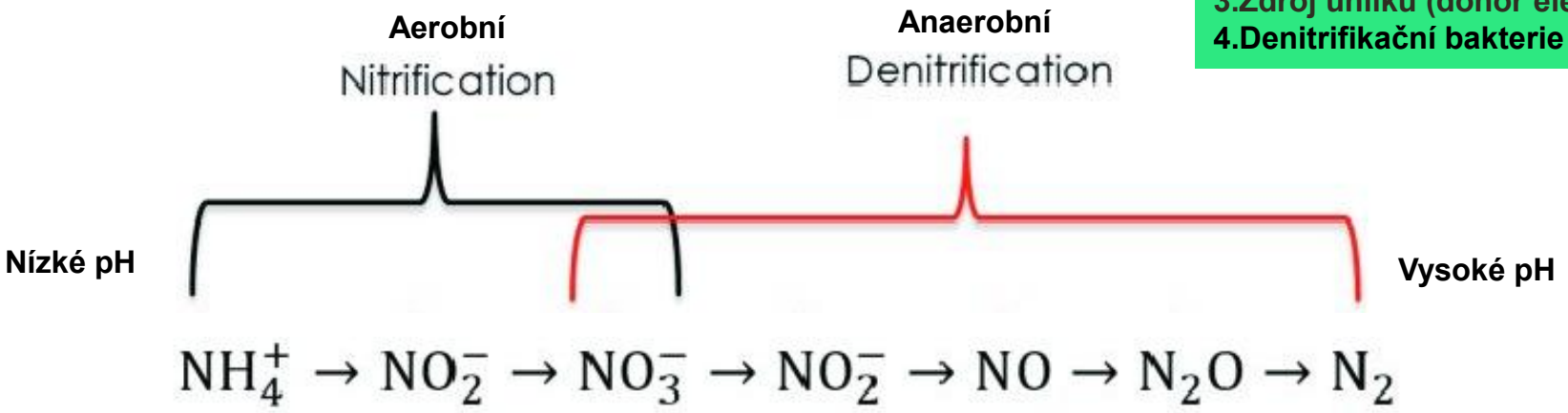
Kal

Oplach bubnového filtru

Parametr	Hodnota
pH	7,15
CHSK (hom.)	535 mg/l
CHSK (filt.)	266 mg/l
Celkový N	68,1 mg/l
NH_4^+-N	1,01 mg/l
NO_3^--N	58,1 mg/l
NO_2^--N	0,407 mg/l
Nerozpuštěné látky	382 mg/l



Úplný cyklus biologické filtrace



Nitrosomonas, Nitrosococcus, Nitrobacter a Nitrospira

Thiobacillus denitrificans, Micrococcus denitrificans, *Serratia*, Pseudomonas a Achromobacter.

Denitrifikace

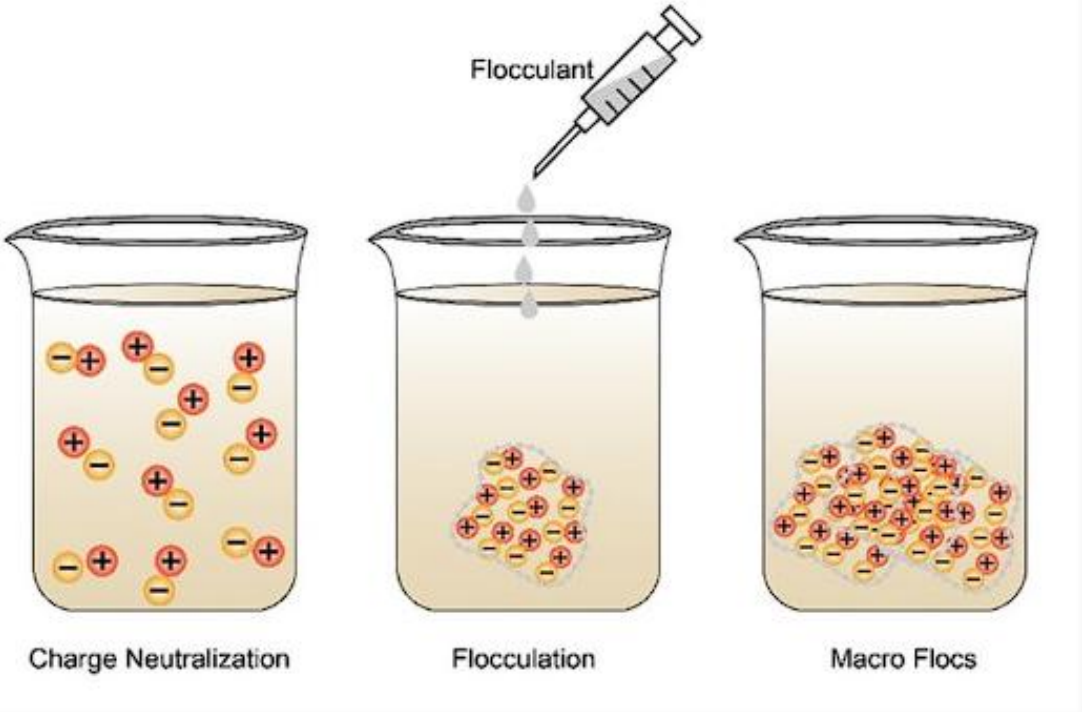
Denitrifikace vyžaduje:

1. **Anoxické podmínky (málo/bez O_2)**
2. **Dusičnany (NO_3^-)**
3. **Zdroj uhlíku (donor elektronů)**
4. **Denitrifikační bakterie**





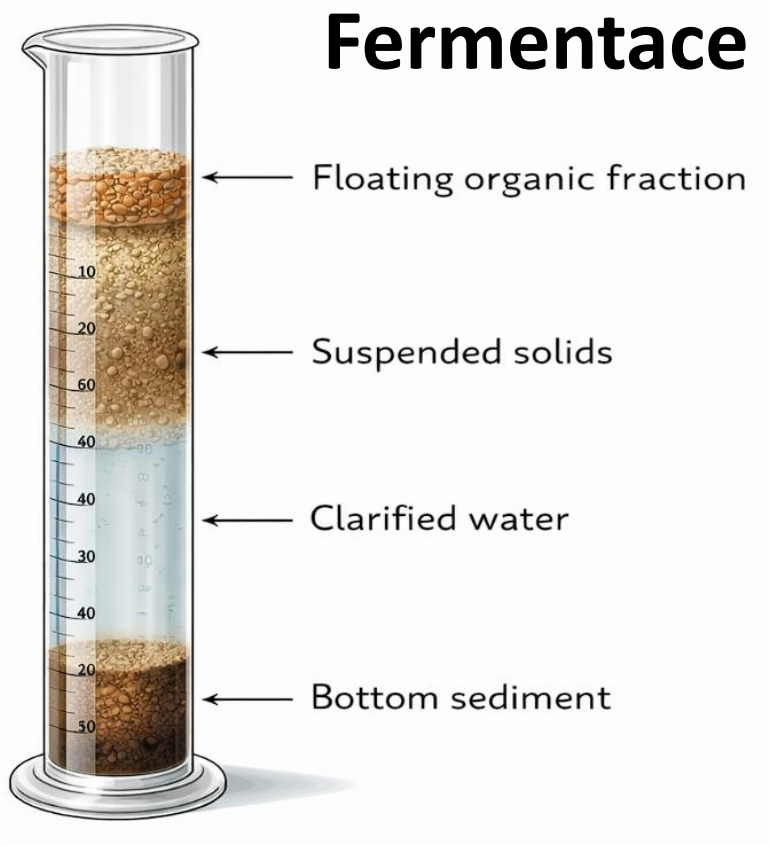
enviopur



Rozdíl nábojů
Na bázi polymeru
nebo
na bázi kovů – Zn, Fe

Komplikuje opětovné využití odpadu

Fermentace a mikrobiologická aktivita



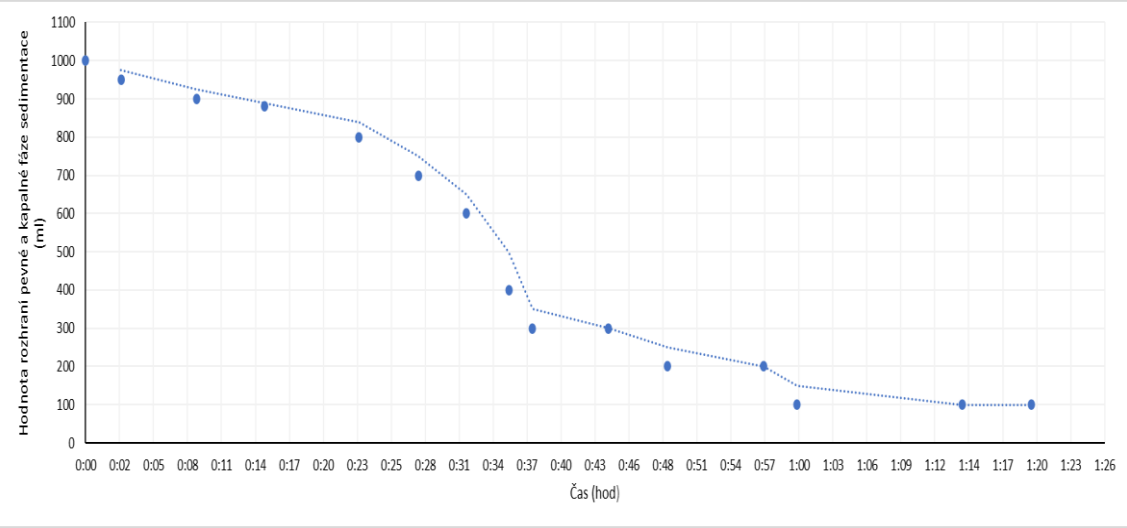
Proces řízený bakteriemi

Nutnost bakteriologické analýzy

Inhibice Salmonella a E. coli při salinitě 7–8 ppt

Kal

Oplach bubnového filtru

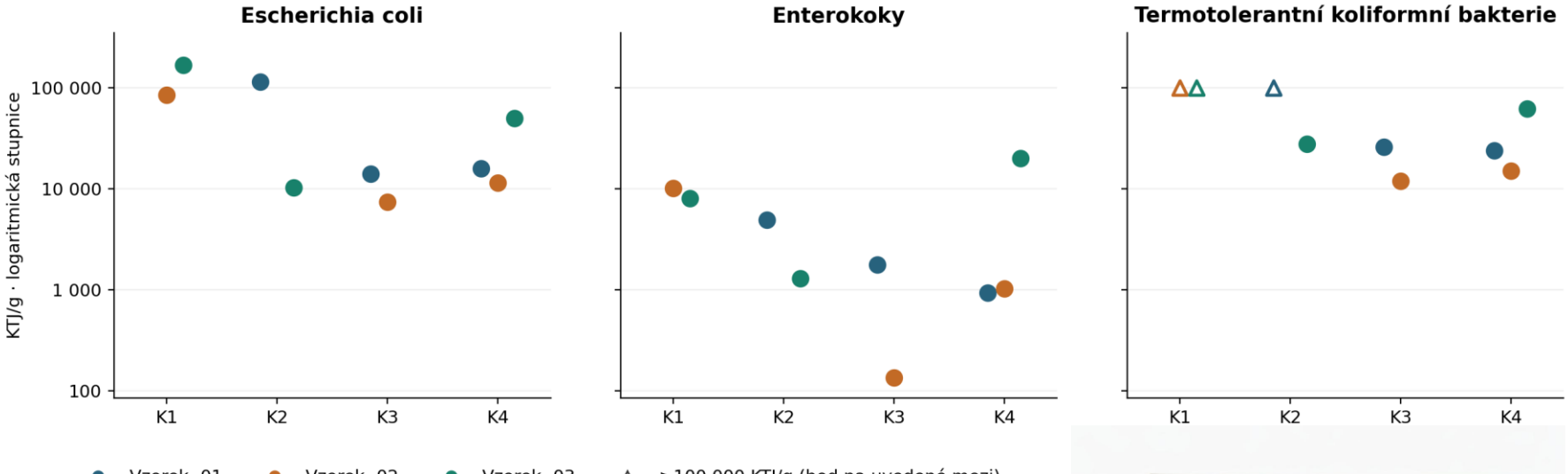


Doba potřebná k sedimentaci



Bakteriální zatížení sedimentu v nádržích K1–K4

Jednotlivé vzorky sedimentu • K1–K3 po dvou vzorcích, K4 tři vzorky



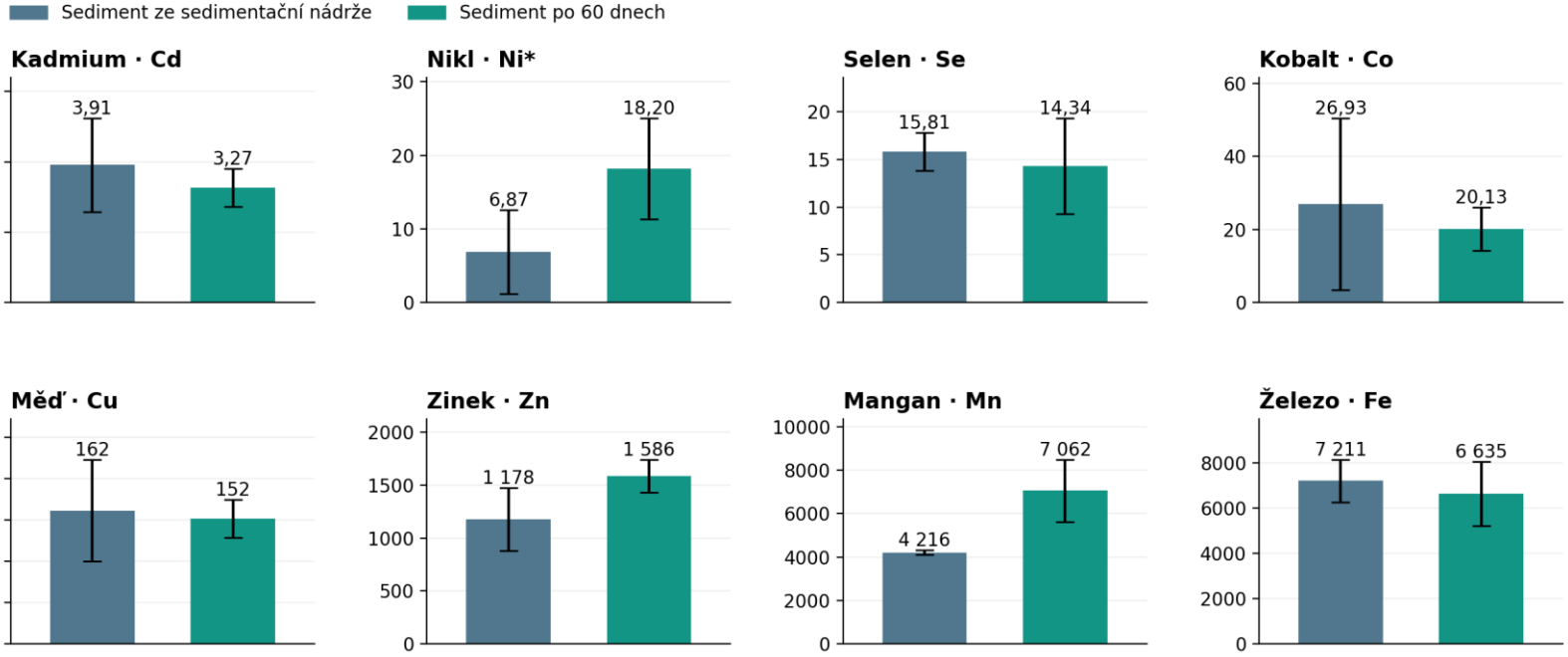
Salmonella nebyla prokázána v žádném z devíti vzorků (vyšetřeno 50 g každého vzorku).



Fakulta rybářství a ochrany vod
Faculty of Fisheries and Protection of Waters
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
University of South Bohemia in České Budějovice
Czech Republic

Těžké kovy a mikroelementy v sedimentu

Koncentrace v mg/kg sušiny • průměr ± výběrová SD • 3 vzorky na skupinu • každý prvek má vlastní měřítko

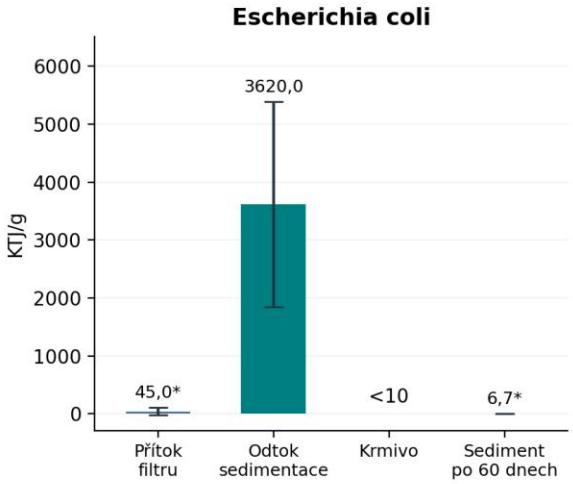


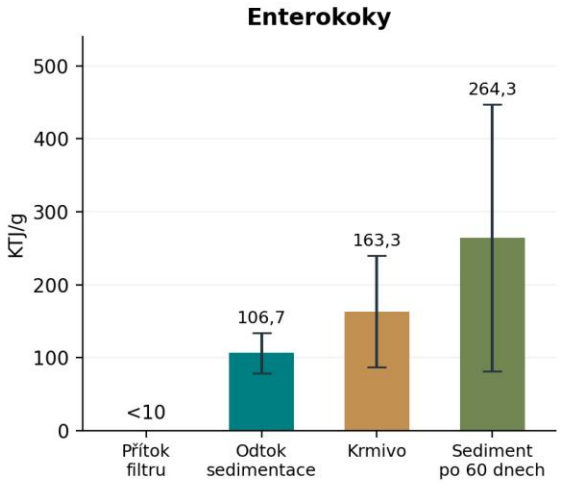
* Nikl v sedimentační nádrži: pro odhad průměru a SD byla hodnota <1,0 nahrazena 0,5 mg/kg sušiny.

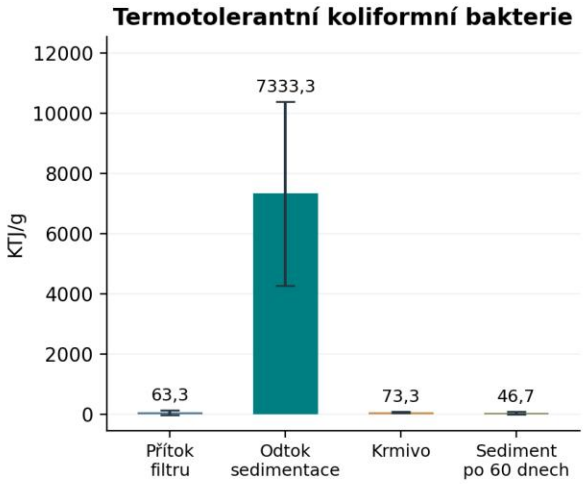
Olovo: <9,0 mg/kg sušiny ve všech šesti vzorcích. U arsenu, chromu a rtuti v tabulce chybí číselné výsledky.

Bakteriální zatížení podle skupiny vzorků

Sloupce: aritmetický průměr • Úsečky: ± výběrová SD • 3 vzorky v každé skupině • Panely mají různé svislé stupnice.



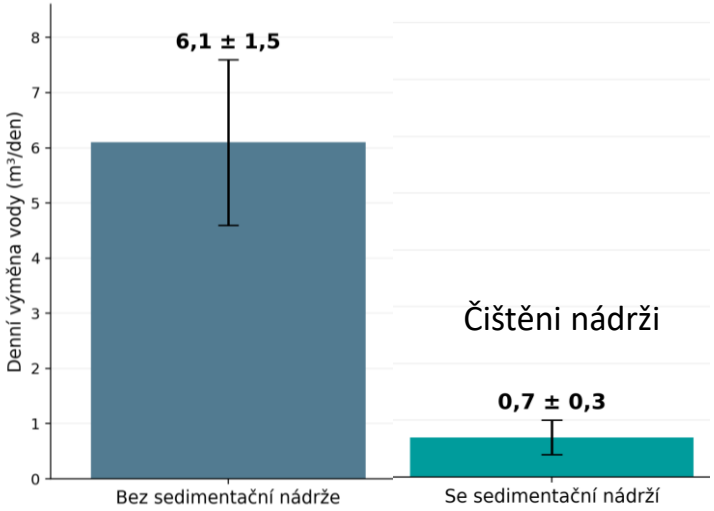




* Odhad při dosazení 5 KTJ/g za výsledek <10 KTJ/g. Samostatný údaj <10 označuje tři výsledky pod mezí.

Salmonella nebyla prokázána v žádném z 12 vzorků při vyšetření 50 g.

Průměrná denní výměna vody



Čištěni nádrži

Sedimentační nádrž a stabilita vody v RAS

Recirkulační akvakulturní systém

SEDIMENTAČNÍ NÁDRŽ



Přepad vody zpět do RAS

Amonné ionty (NH_4^+)	Dusitany (NO_2^-)
19,5 ± 0,3 mg/l	5,6 ± 0,3 mg/l

pH	Nasycení kyslíkem
7,2 ± 0,1	0 % Anaerobní podmínky

STABILNÍ PARAMETRY VODY V RAS



pH	Amonné ionty (NH_4^+)	Dusitany (NO_2^-)
6,6 ± 0,2	0,5 ± 0,1 mg/l	0,3 ± 0,09 mg/l

TEPLOTNÍ PŘÍNOS V PODZIMNÍM OBDOBÍ

+1,5 °C Pozorované zvýšení základní teploty vody v RAS

Celkový objem vody v RAS: 69 m³

Hodnoty v sedimentační nádrži a v chovném systému jsou uvedeny odděleně.

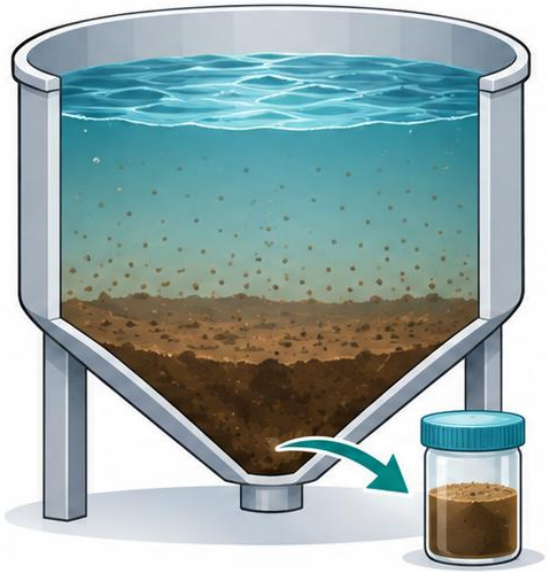
Omezení tepelné ztráty výměnou vody o přibližně 43 kWh/den.

Na ohřátí **5 m³ vody z 12 na 19 °C** potřebujete přibližně **40,7 kWh tepelné energie.**

Využití sedimentu pro kultivaci biofloku

Koncepční schéma

1. Odběr sedimentu



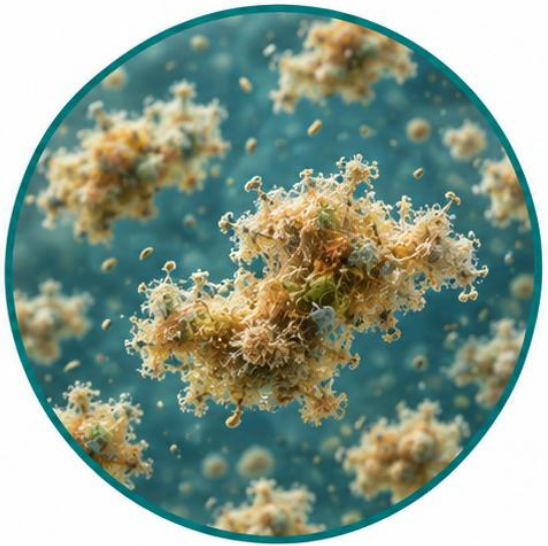
Sediment z provozu RAS

2. Kultivace



Kontrola pH, kyslíku a živin

3. Tvorba biofloku



Mikrobiální agregáty v suspenzi

Vhodnost sedimentu a vzniklého biofloku je nutné experimentálně ověřit.

Kal

Interreg Austria – Czechia
Co-funded by the European Union
AquaCycle

SCHLAMM AUS DER AQUAKULTUR ALS NÄHRSTOFFQUELLE FÜR DEN ERDLOSEN PFLANZENBAU

A.A. **TELLBÜSCHER**[1*], D. Muriuki[2], S. Ahani[3], R. GEBAUER[1]

[1] **Universität Südböhmen**
FFPW USB, CENAKVA, Na Sádkách 1780, 370 05 České Budějovice, Tschechische Republik

[2] **Universiteit Ghent**
Sint-Pietersnieuwstraat 45, 9000 Ghent, Belgien

[3] **Islamic Azad University**
Teheran, Iran

*atellbuscher@frov.jcu.cz

BEST Bioenergy and Sustainable Technologies
Faculty of Fisheries and Protection of Waters
University of South Bohemia in České Budějovice
Bundesamt für Wasserwirtschaft

Interreg Austria – Czechia
Co-funded by the European Union
AquaCycle
Fakulta rybářství a ochrany vod
Faculty of Fisheries and Protection of Waters
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
University of South Bohemia in České Budějovice

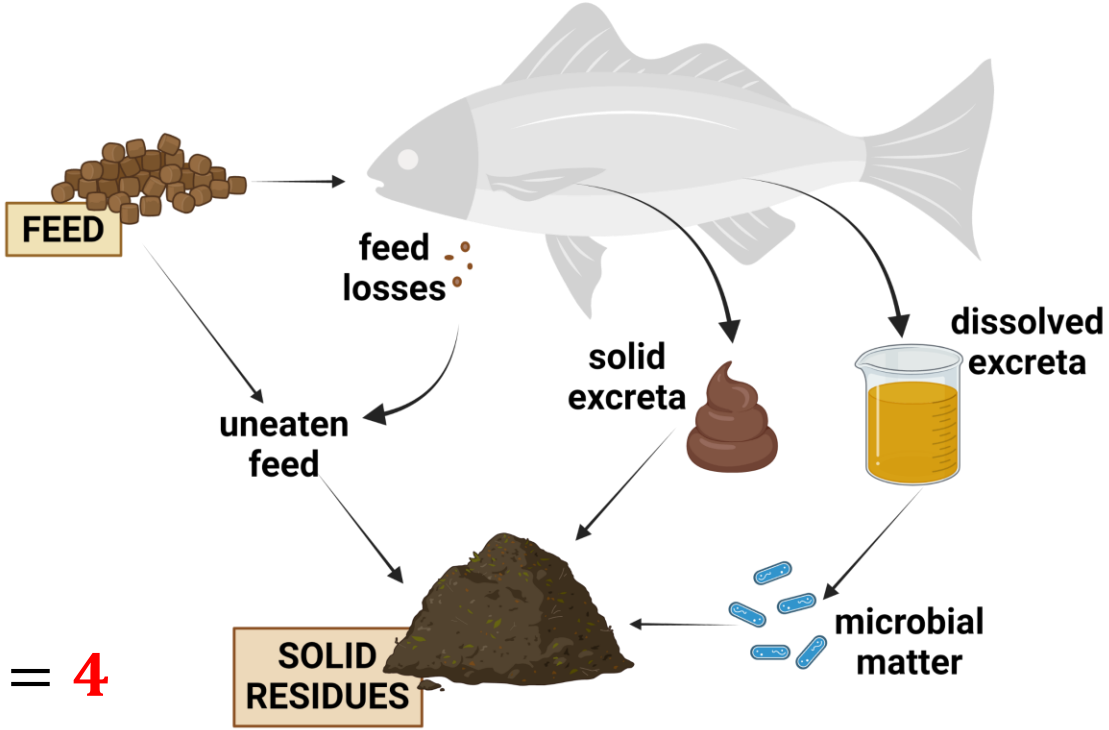
$$\mathbf{FCR_{FM}} = \frac{\mathbf{Futter\ (TS)}}{\mathbf{Fisch\ (FM)}}$$

$\mathrm{FCR_{FM}} = 1.2$

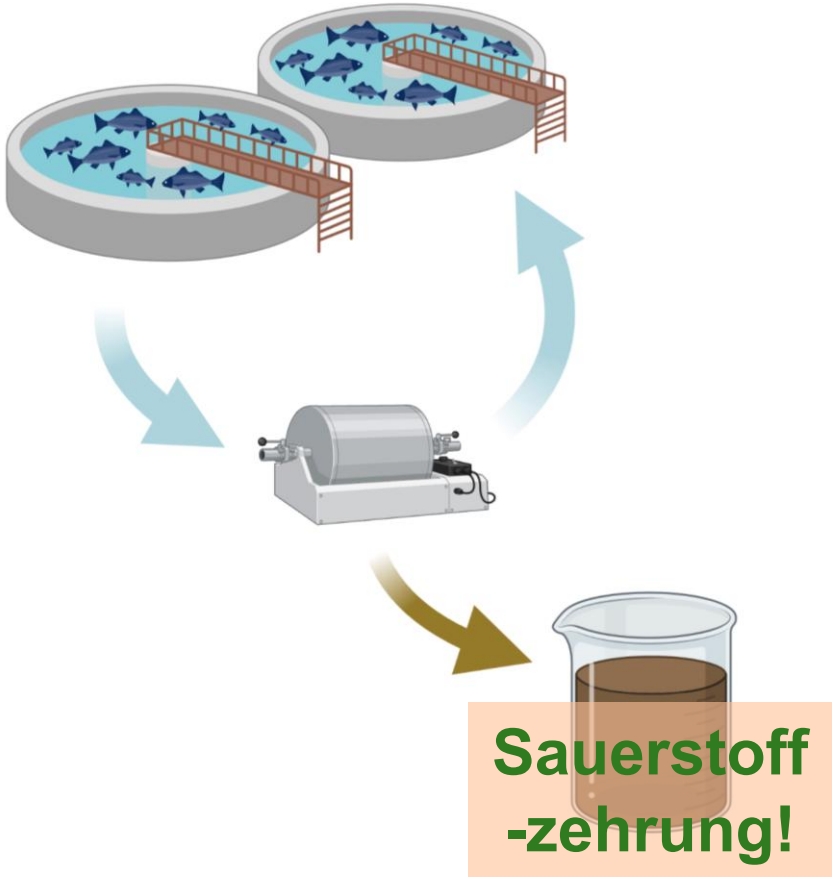
$\mathrm{TS_{Fisch}} = 30\%$

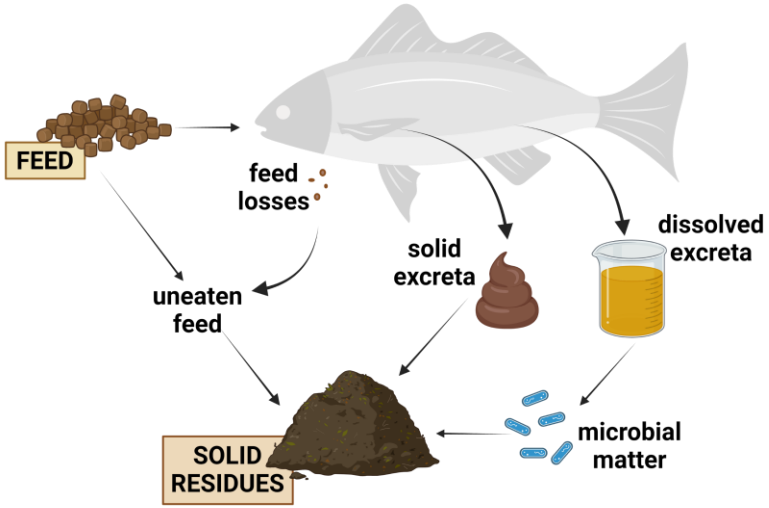
$$\mathbf{FCR_{TS}} = \frac{\mathbf{Futter}\ (\mathrm{TS})}{\mathbf{Fisch}\ (\mathrm{TS})}$$

$$\mathbf{FCR_{TS}} = \mathbf{FCR_{FM}} \cdot \frac{1}{\mathbf{TS_{Fisch}}} = \mathbf{4}$$



Interreg Austria – Czechia
Co-funded by the European Union
AquaCycle
Fakulta rybářství a ochrany vod
Faculty of Fisheries and Protection of Waters
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
University of South Bohemia in České Budějovice





Sauerstoff -zehrung!

1. **Direkteinleitung in Vorfluter**
2. **Einleitung in die Kanalisation**

Beispiel: Deutschland

Direkteinleitung in Vorfluter

- **35.79 EUR** pro Schadeinheit
- **Genehmigungspflichtig!**

12x teurer!

Einleitung in die Kanalisation

- Gebühren gemeindeabhängig
- Aachen:
  - **3.51 EUR/m³** für unbehandeltes Abwasser

Analyt	Schadeinheit	Grenzwert	Aquakultur-Restwasser	Volumen pro Schadeinheit	Kosten pro m³
COD	50 kg	20 mg/L	25 mg/L	2000 m³	0.02 EUR/m³
TP	3 kg	0.1 mg/L	10 mg/L	300 m³	0.13 EUR/m³
TDN	25 kg	5 mg/L	100 mg/L	250 m³	0.14 EUR/m³
					0.29 EUR/m³

Interreg Austria – Czechia
Co-funded by the European Union
AquaCycle
Fakulta rybářství a ochrany vod
Faculty of Fisheries and Protection
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
University of South Bohemia in České Budějovice

Anaerobe Schlammbehandlung

- Produktion von Biogas
- Produktion von VFA
- …



Hohe Trocken-masse → Volatile Trockensubstanz

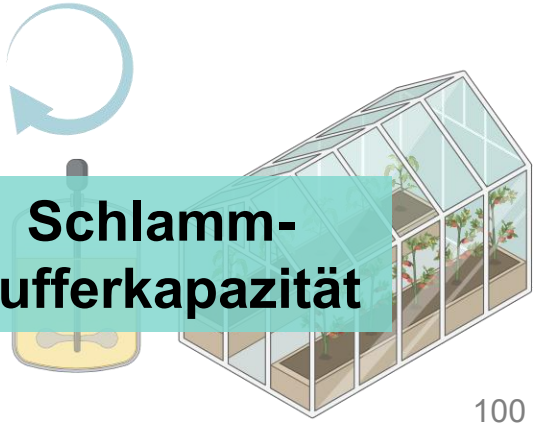
Schlammcharakteristika sind entscheidend!

Aerobe Schlammstabilisierung

➢ **TOC-Reduktion** (= BSB_5)

- **Rückführung des Überstands**

Geringe Trocken-masse → Schlamm-Pufferkapazität



Aerobe Schlammstabilisierung

- **TOC-Reduktion** (= BSB_5)
- **Freisetzung von N und P (durch mikrobiellen Abbau und pH-Absenkung)**
  - Niedrige Freisetzung → Rückführung des Überstands in Aquakulturanlage
  - Hohe Freisetzung → Nutzung für Pflanzen



Schlammcharakteristika sind entscheidend!

→ Pufferkapazität

→ Volatile organische Trockensubstanz

Interreg Austria – Czechia
Co-funded by the European Union
AquaCycle
Fakulta rybářství a ochrany vod
Faculty of Fisheries and Protection of Waters
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
University of South Bohemia in České Budějovice



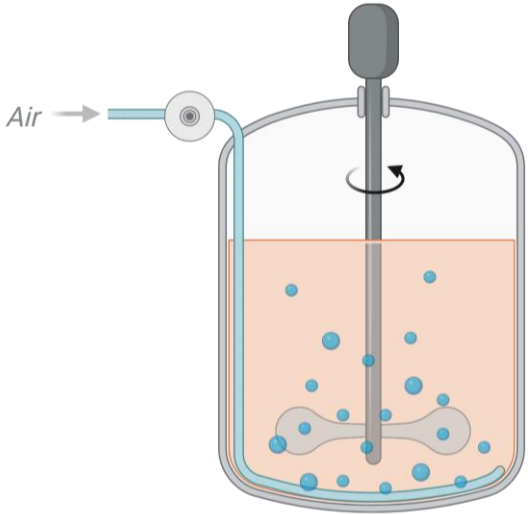


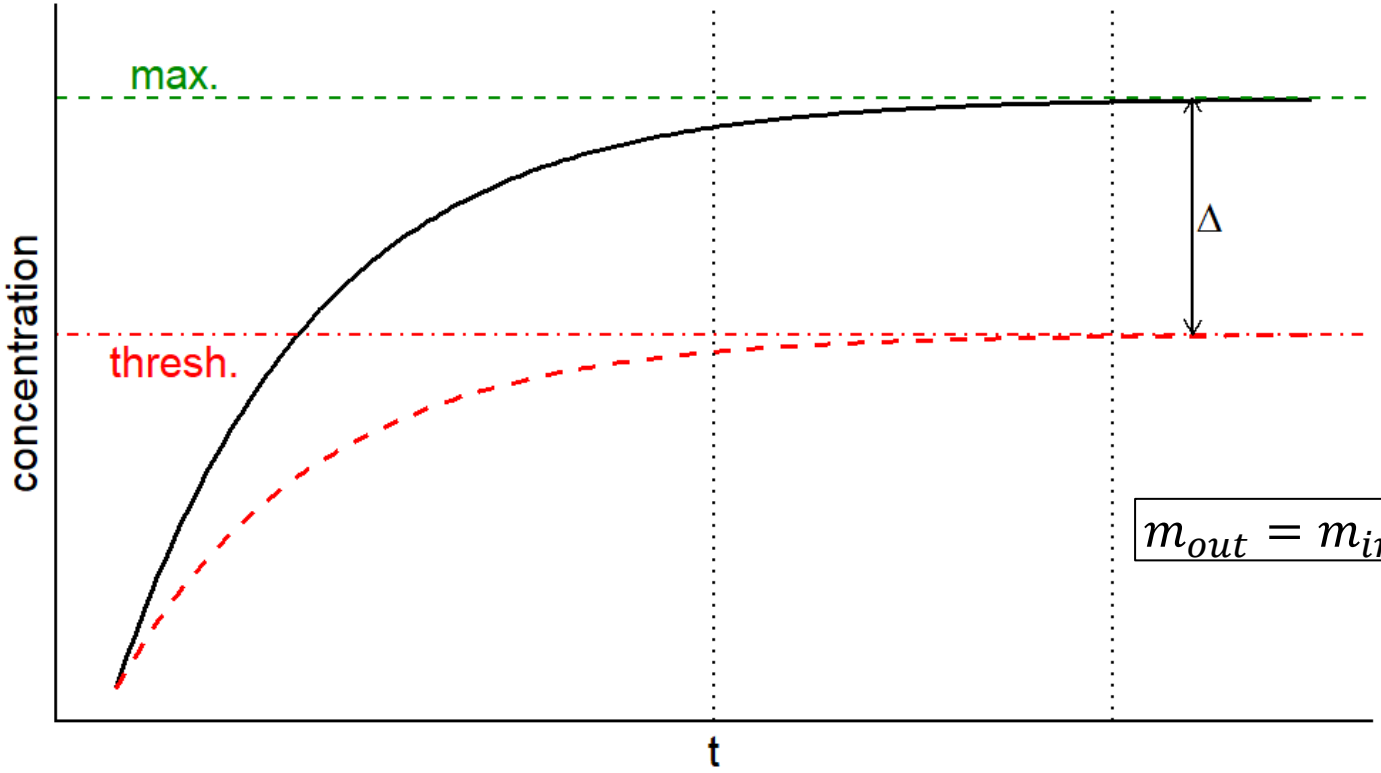
Versuchsaufbau

- 1 L-Reaktoren
- Schlammtrockensubstanz: 10 g L^{-1}
- Temperatur: 20°C / 30°C
- Täglicher Wasserwechsel
- Laufzeit: 60 d

Zielvariablen

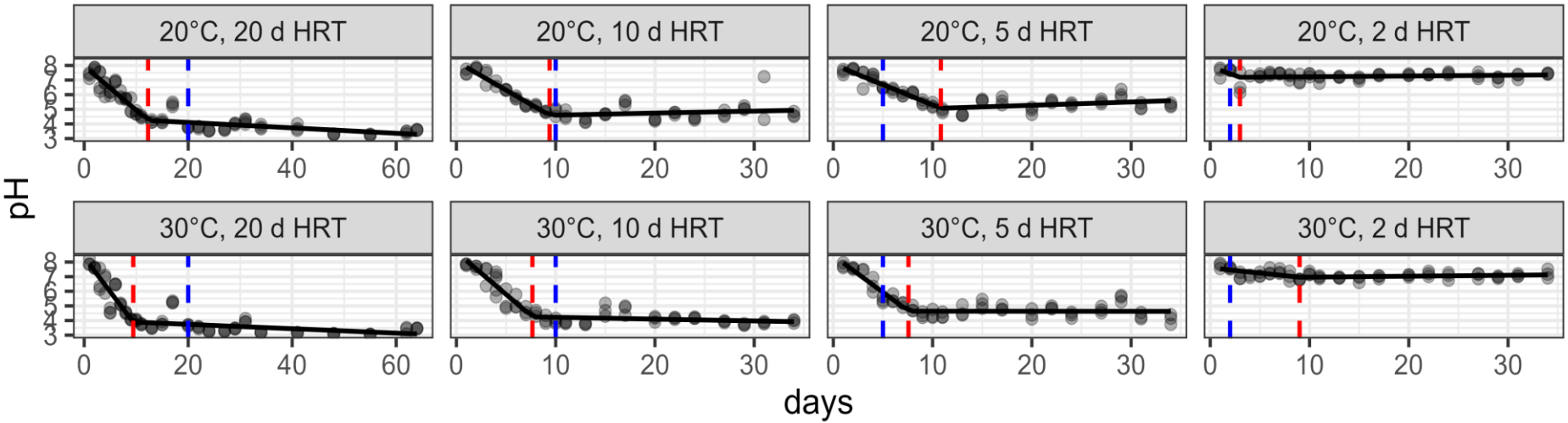
- HRT
- pH
- TOC, TN, P
- Schlammvolumen





$$m_{out} = m_{in} - m_{retention}$$

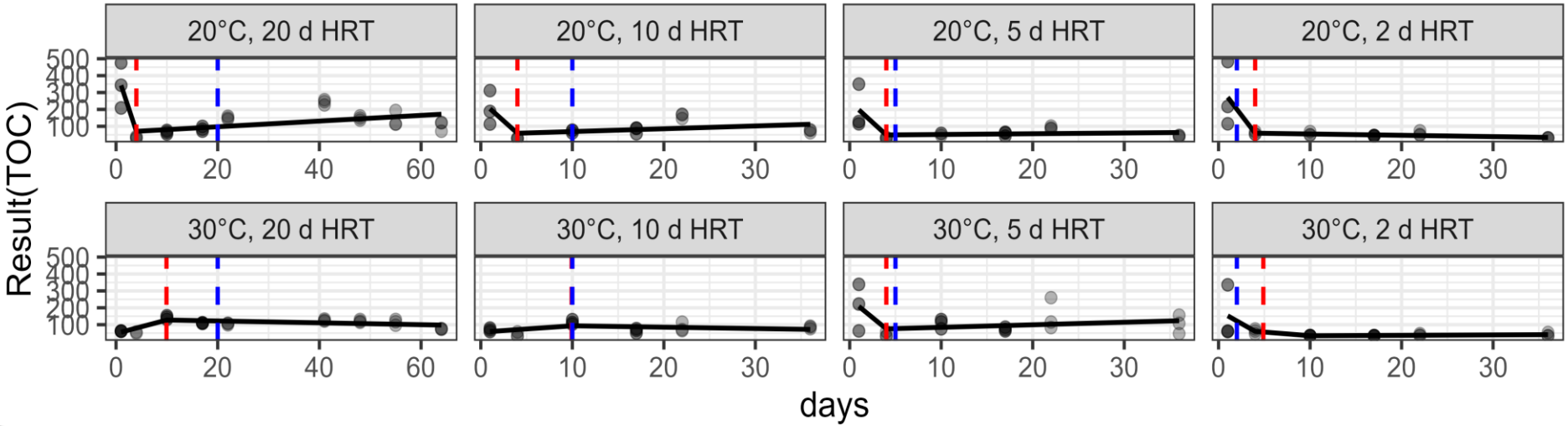
pH over time



	20°C				30°C			
	20 d	10 d	5 d	2 d	20 d	10 d	5 d	2 d
Tag	12.5 ± 1.2	9.5 ± 0.8	10.7 ± 0.5	6.4 ± 5.6	9.4 ± 1.0	7.8 ± 0.6	7.5 ± 0.6	6.5 ± 4.0
pH	4.2 ± 0.3	5.3 ± 0.9	5.2 ± 0.2	7.4 ± 0.2	3.9 ± 0.2	4.8 ± 0.5	4.5 ± 0.5	7.1 ± 0.1

DOC start: 188 mg/L

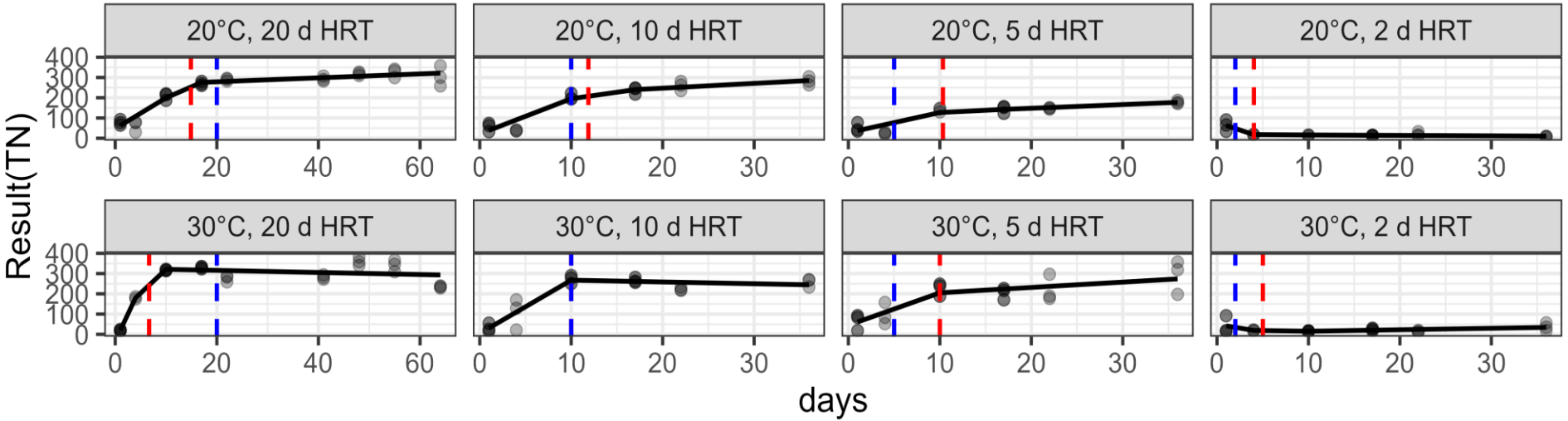
Dissolved organic carbon over time



	20°C				30°C			
	20 d	10 d	5 d	2 d	20 d	10 d	5 d	2 d
Tag	4.8 ± 4.5	4.6 ± 2.4	4.3 ± 1.4	4.3 ± 1.2	12.3 ± 7.2	10.0 ± 2.0	5.9 ± 4.2	5.9 ± 2.3
Änderung	69%	65%	79%	80%	+2%	+2%	50%	73%

TDN start: 50.9 mg/L

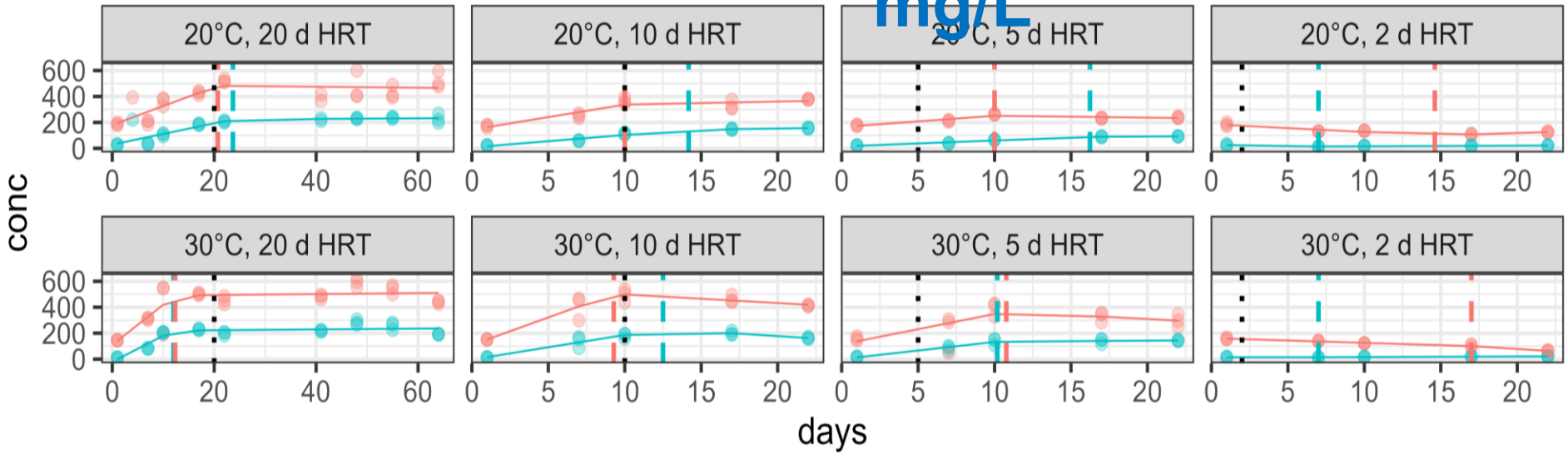
Total dissolved nitrogen over time



	20°C				30°C			
	20 d	10 d	5 d	2 d	20 d	10 d	5 d	2 d
Tag	15.9 ± 2.1	12.3 ± 2.0	11.4 ± 2.4	4.4 ± 1.3	7.9 ± 2.3	9.0 ± 1.5	9.3 ± 2.0	7.8 ± 5.7
Änderung	+202%	+503%	+347%	-87%	+1180%	+803%	+451%	-13%

P and Ca over time

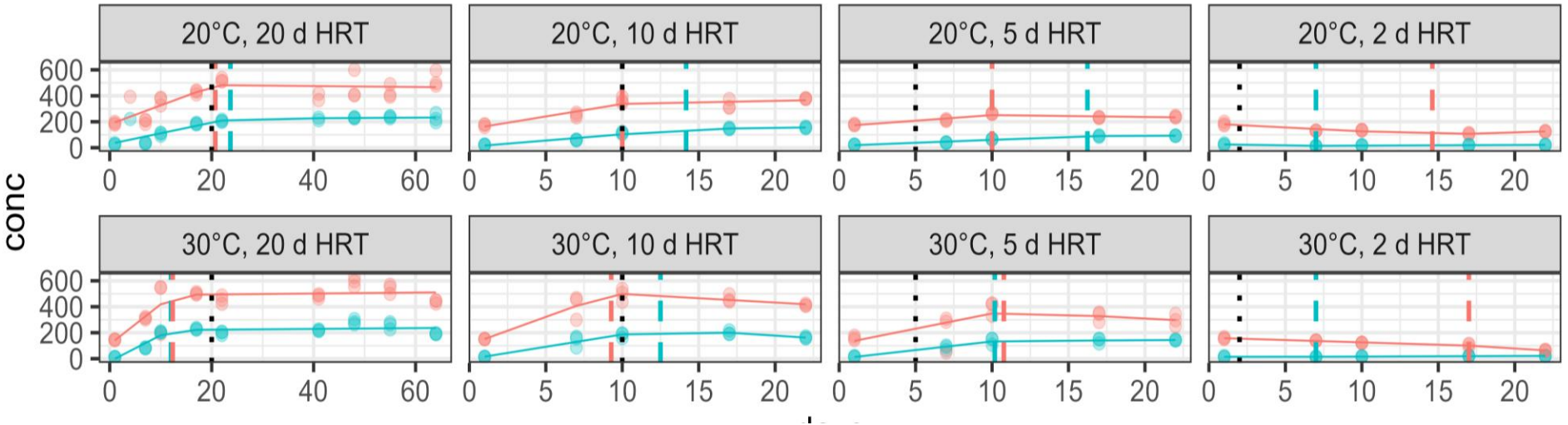
P start: 19 mg/L



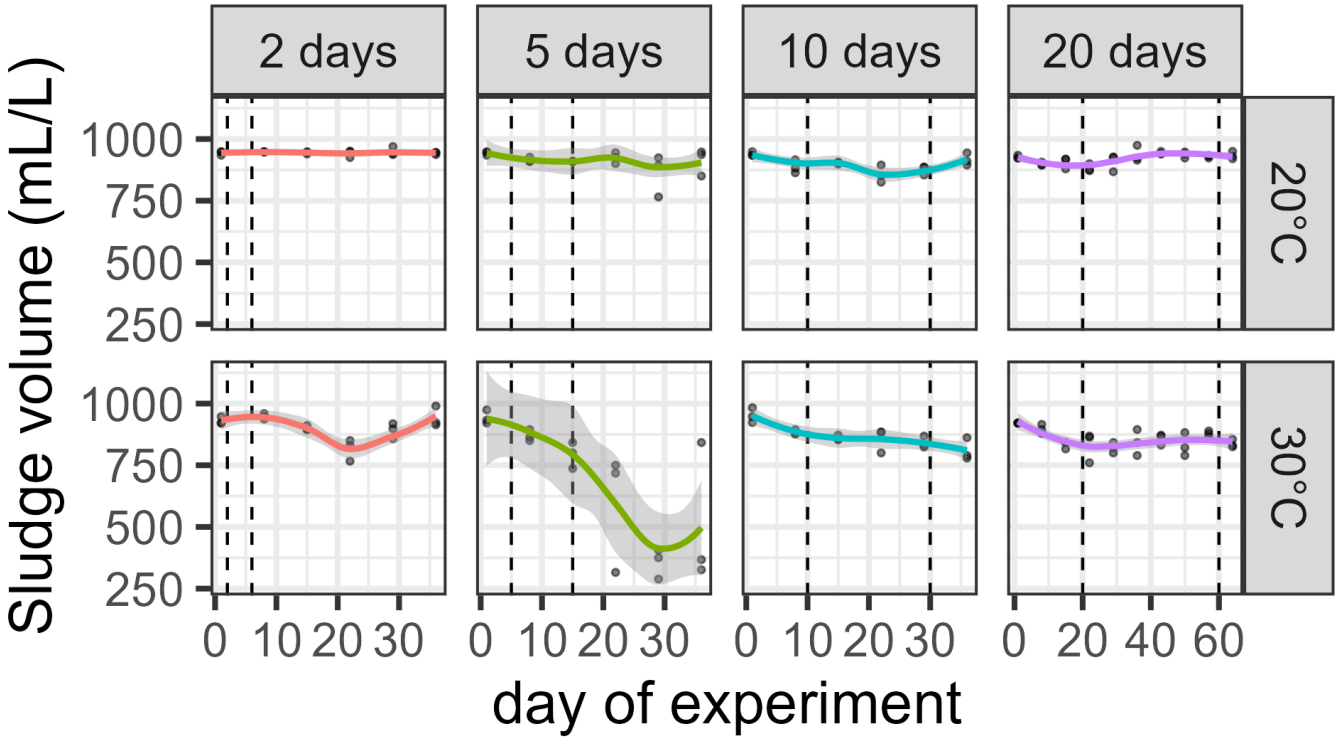
	20°C				30°C			
	20 d	10 d	5 d	2 d	20 d	10 d	5 d	2 d
Tag	21.7 ± 5.8	14.0 ± 1.9	15.4 ± 2.1	7.3 ± 1.1	15.1 ± 8.4	11.5 ± 2.2	10.7 ± 1.3	10.7 ± 4.4
Änderung	+825%	+714%	+413%	-16%	+1640%	+1230%	+919%	+141%

P and Ca over time

Ca start: 167 mg/L

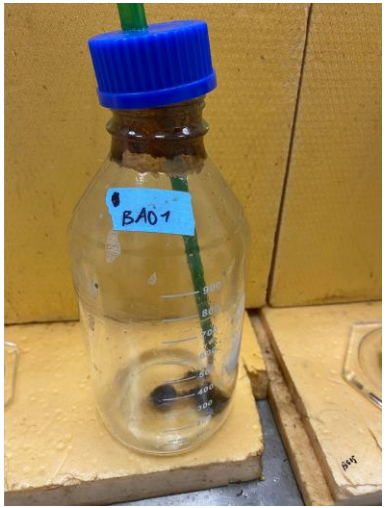


	20°C				30°C			
	20 d	10 d	5 d	2 d	20 d	10 d	5 d	2 d
Tag	19.4 ± 4.2	10.1 ± 0.9	9.9 ± 0.4	12.1 ± 3.9	16.0 ± 8.8	9.6 ± 1.6	11.2 ± 1.8	15.2 ± 3.5
Änderun	+279%	+219%	+134%	-32%	+302%	+273%	+187%	-60%

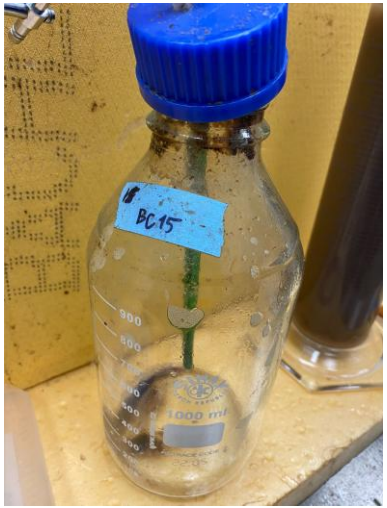


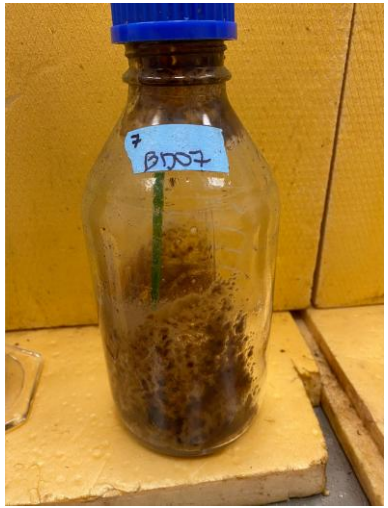


- **Schlammvolumen unverändert (Ausnahme: 5 d HRT, 30°C)**
  - **Schlamm bildet dichtere Konglomerate**

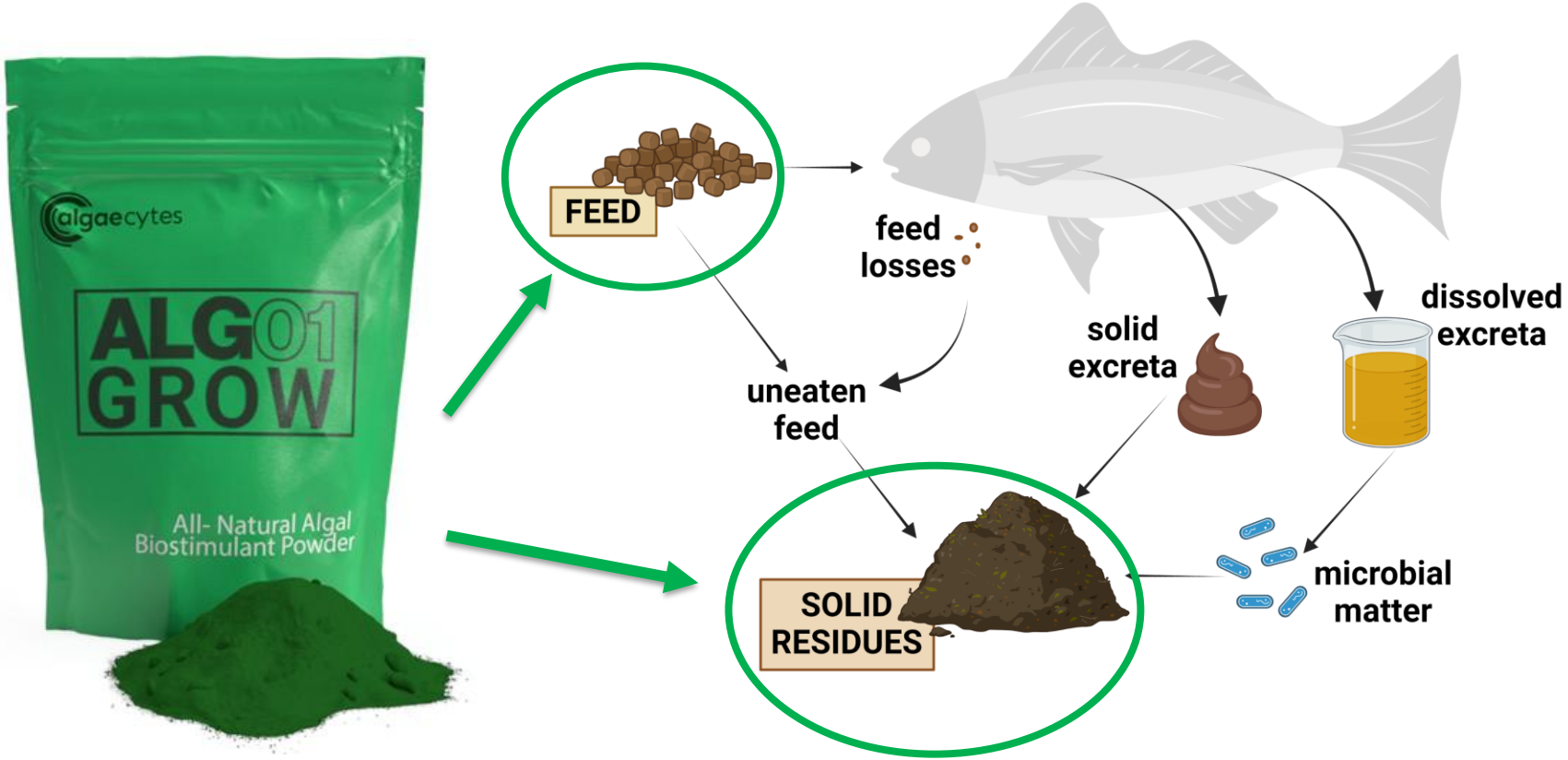


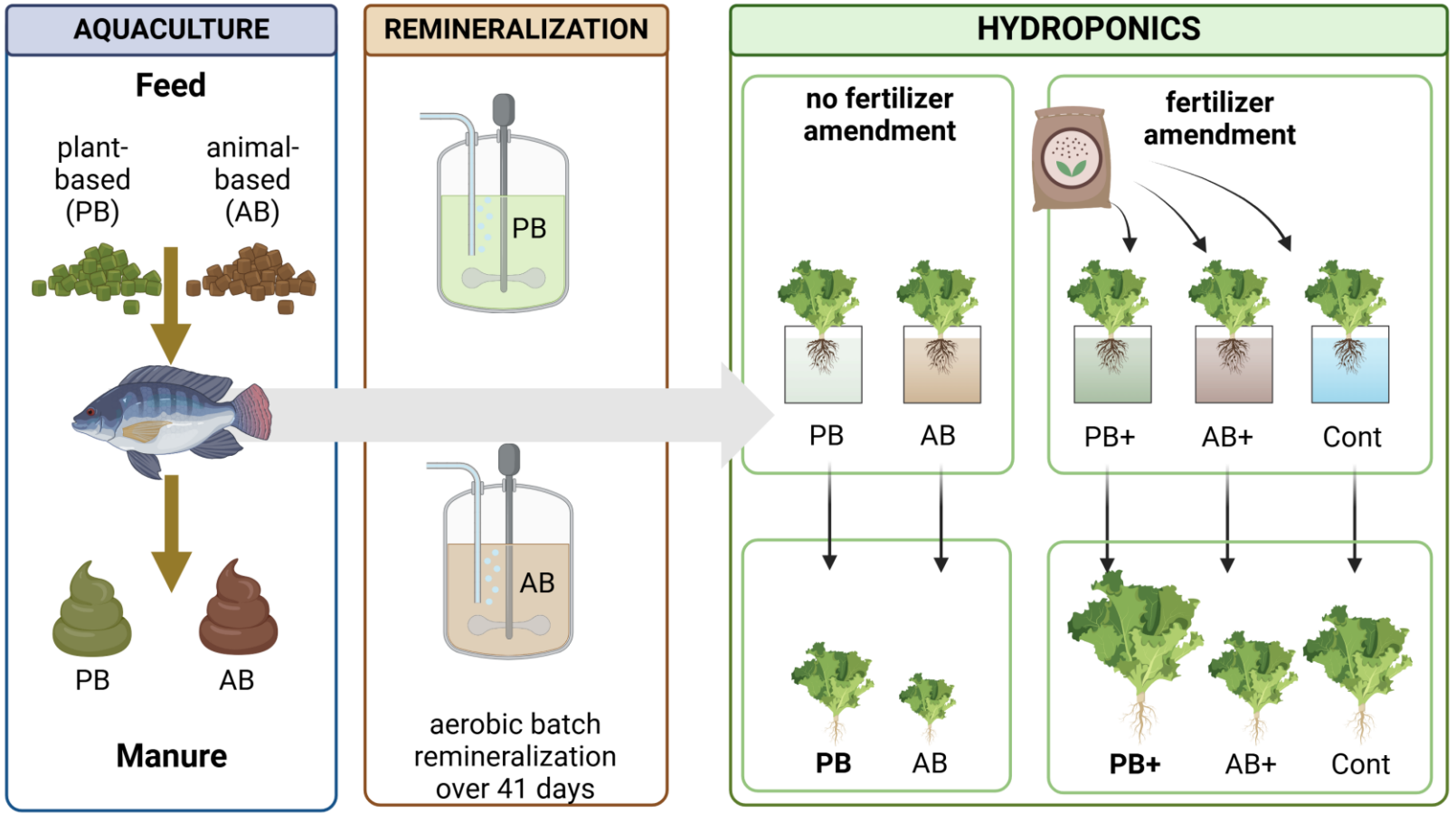






Biofilmbildung bei der höchsten Wasseraustauschrate (2 d HRT), unabhängig von der Temperatur


algaecytes
ALG01 GROW
All- Natural Algal Biostimulant Powder
FEED
feed losses
uneaten feed
solid excreta
dissolved excreta
SOLID RESIDUES
microbial matter



Tellbüscher, A.A., Gebauer R., Šeda M., Goldhammer T., Nikl O., Roy K., Kloas W., Mráz J., 2025. Fish manure as a potential feedstock for organic hydroponic nutrient solutions: The effect of fish feed composition and fertilizer amendment on the growth performance of lettuce. *Scientia Horticulturae 350*.

Zusammenfassung

- Schlamm mit 10 g L^{-1} TS kann unter Belüftung aerob stabilisiert werden
  - *Annahme: Zusammensetzung, CSB und BSB_5 verschiedener Schlämme ist ähnlich*
- Retentionszeit von 5 Tagen genügt für
  - Absenkung des DOC (~CSB/BSB_5)
  - Absenkung des pH (=Nährstofffreisetzung)
- Höhere Retentionszeit begünstigt stärkere Nährstofffreisetzung
- pH-Anstieg und TDN-Entfernung könnte durch zusätzliche Denitrifikation erreicht werden, die auch Phosphat entfernen könnte

Rechenbeispiel

- **Experimentelle KLA**
  - Gesamtvolumen 5 m^3
  - Tägliche Schlammproduktion 3 L d^{-1}
- **Aerobe Schlammstabilisierung**
  - 5 d HRT
  - 10 g L^{-1} TS als Zielwert
  - 50 g L^{-1} DM

Täglicher Schlamm-/Wasserzufluss

Q = 3 L d^{-1} x 50 g L^{-1} / 10 g L^{-1} = **15 L d^{-1}**

Volumen des Reaktors

V = Q x HRT = 15 L d^{-1} x 5 d = **75 L**

Interreg Austria – Czechia
Co-funded by the European Union
AquaCycle

Let’s connect!

Anıl Axel Tellbüscher

E-Mail: atellbuscher@frov.jcu.cz
Web: https://anil.tellbuescher.online



Führungen

KLA Edelhof: 13:40 Uhr – 14:30 Uhr
Christoph Arnhof

KLA Waldland: 14:45 – 15:30 Uhr
Gottfried Pichler